



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

**MATEMATICKÉ A STATISTICKÉ METODY PRO PODPORU
VÝVOJE SOFTWAREVÝCH APLIKACÍ**

MATHEMATICAL AND STATISTICAL METHODS AS SUPPORT OF THE DEVELOPMENT OF SOFTWARE APPLICATIONS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Karolína Takácsová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Mgr. Veronika Novotná, Ph.D.

BRNO 2020

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav informatiky
Studentka: **Karolína Takácsová**
Studijní program: Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor: Manažerská informatika
Vedoucí práce: **Mgr. Veronika Novotná, Ph.D.**
Akademický rok: 2019/20

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

Matematické a statistické metody pro podporu vývoje softwarových aplikací

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Cíle práce, metody a postupy zpracování
Teoretická východiska práce
Analýza problému
Vlastní návrhy řešení
Závěr

Cíle, kterých má být dosaženo:

Cílem práce je uplatnění vybraných matematických a statistických metod pro podporu vývoje software ve zvoleném podniku.

Základní literární prameny:

HINDLS, R. Statistika pro ekonomy. 8. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007. 415 s. ISBN 978-80-86946-43-6.

KROPÁČ, J. Statistika B. 2. dopl. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2009. 151 s. ISBN 978-80-214-3295-6.

KUBANOVÁ, J. Statistické metody pro ekonomickou a technickou praxi. 3. vyd. Bratislava: STATIS, 2008. 247 s. ISBN 978-80-85659-474.

SEDLÁČEK, J. Finanční analýza podniku. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2007. 154 s. ISBN 978-80-251-1830-6.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně dne 29.2.2020

L. S.

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.
ředitel

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Bakalárska práca sa zameriava na analýzu predajov nápojov v kaviarni a na vývoj aplikácie v programovacom jazyku Visual Basic for Applications. Aplikácia umožňuje predikciu budúcich predajov na základe zistených údajov z analýz.

Kľúčové slová

štatistika, časové rady, korelácia, regresná analýza, Visual Basic for Applications

Abstract

The bachelor thesis focusses on the analysis of beverage sales in a café and on the development of an application the Visual Basic for Applications programming language. The application allows the prediction of future sales based on the data obtained from analyses.

Key Words

statistics, time series, correlation, regression analysis, Visual Basic for Applications

Bibliografická citácia

TAKÁCSOVÁ, Karolína. *Matematické a statistické metody pro podporu vývoje softwarových aplikací* [online]. Brno, 2020 [cit. 2020-05-14]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/125700>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Veronika Novotná.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně.

Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 3. dubna 2019

podpis studenta

Pod'akovanie

Týmto by som sa chcela podkovať predovšetkým mojej vedúcej práce, paní Mgr. Veronike Novotnej, Ph.D., za pomoc a rady. Ďalej by som sa chcela podkovať svojej rodine a priateľom za morálnu podporu pri písaní bakalárskej práce.

OBSAH

OBSAH.....	8
ÚVOD.....	10
CIELE PRÁCE, METÓDY A POSTUPY SPRACOVANIA	12
1 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ PRÁCE	13
1.1 Štatistické metódy	13
1.1.1 Časové rady.....	13
1.1.2 Korelácia	15
1.1.3 Regresná analýza	17
1.2 Programy	21
1.2.1 Statistica.....	21
1.2.2 Microsoft Excel.....	22
1.2.3 Visual Basic for Applications	23
2 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU	25
2.1 Opis spoločnosti	25
2.1.1 Kaviareň.....	25
2.1.2 Požiadavky kaviarne	26
2.1.3 Nápoje	27
2.2 Použité dáta	28
2.2.1 Dáta z kaviarne	28
2.2.2 Dáta popisujúce počasie.....	28
2.3 Denné predaje.....	29
2.3.1 Popis všetkých dní spolu.....	29
2.3.2 Pondelok	30
2.3.3 Utorok	31
2.3.4 Streda	31

2.3.5	Štvrtok.....	32
2.3.6	Piatok	32
2.3.7	Sobota	33
2.3.8	Nedeľa.....	33
2.4	Korelácia	35
2.4.1	Grafické vyobrazenie	36
2.5	Regresná analýzy	36
2.5.1	Postup.....	37
2.5.2	Regresná funkcia pre cappuccino	38
2.5.3	Regresná funkcia pre latté.....	38
2.5.4	Regresná funkcia pre flat white	39
2.5.5	Regresná funkcia pre macchiato	40
2.5.6	Regresná funkcia pre horúcu čokoládu.....	41
2.5.7	Regresná funkcia pre babyccino	42
2.5.8	Regresná funkcia pre kakao	43
3	VLASTNÝ NÁVRH RIEŠENIA	45
3.1	Aplikácia a zdrojový kód	45
3.1.1.	Úvod aplikácie	45
3.1.2	Zadávanie údajov	46
3.1.3	Výpočet.....	51
3.2	Využívanie	54
3.3	Návrhy na budúcu úpravu	55
	ZÁVER.....	58
	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	60
	ZOZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKOV	62
	ZOZNAM POUŽITÝCH TABULIEK.....	63

ZOZNAM POUŽITÝCH GRAFOV	64
-------------------------------	----

ÚVOD

Veľkou konkurenčnou výhodou na dnešnom preplnenom trhu je pre podniky schopnosť optimalizovať svoje procesy. K tomu je potrebné dôkladné pozorovanie a monitorovanie dejov vo firme a jej okolí. Správne vyhodnotené a spracované informácie sú cestou ku kvalitnej podpore a uľahčeniu rozhodovanie. Firme tieto údaje pomáhajú vyhnúť sa možným negatívnym dopadom alebo odhadnúť budúci vývoj trhu. Dajú sa vyvodiť odporúčania, či má podnik zotrvať naďalej v predchádzajúcich postupoch alebo sa snažiť o zmenu v istých postupoch.

Pre napísanie bakalárskej práce bolo potrebné si najprv zvoliť firmu. Na tento účel som si chcela vybrať mladú Brnenskú spoločnosť, ktorá sa ideálne zaoberá potravinárstvom. Svojou prácou som chcela vyhnúť finančným analýzám a chcela som sa zamerať na optimalizovanie výrobných procesov alebo poskytovania služieb.

Rozhodla som sa pre spoločnosť Rebelbean s. r. o., ktorá je mladou, ambicióznou firmou s rôznym zameraním. Firma má svoju vlastnú pražiareň kávy a dve kaviarne v meste Brno. Mojm prvotným plánom bolo pre podnik navrhnuť aplikáciu, ktorá by pomáhala pri určovaní množstva kávy, ktorá sa má za nadchádzajúci týždeň upražiť. Po niekoľkých rozhovoroch s členom tímu vedenia spoločnosti sme však prišli na iné, vhodnejšie zadanie. Popísal mi fungovanie kaviarne a aké rôzne produkty musia zabezpečovať pre správny chod. Dohodli sme sa na analýze a vývoji aplikácie pre nákupy mlieka. Je veľmi podstatnou položkou, keďže sa využíva pri výrobe mnohých nápojov a pre veľký počet zákazníkov je neodmysliteľnou súčasťou a doplnkom k pitiu kávových nápojov.

Aplikácia by nemala dopomôcť len k optimalizácii nákupov. Podnik prejavil záujem aj o zmenu a zvýšenie kvality kupovaného mlieka. Znamenalo by to však nutnosť častejších nákupov tohto nápoja, lebo kvalitnejšie prevedenia majú kratšiu dĺžku trvanlivosti. Predikcia spotreby by teda bola vítanou, aby boli nákupy objemovo čo najpresnejšie a nedochádzalo tak ku stratám či nedostatočne veľkým nákupom.

Na uľahčenie práce a zvýšenie efektívnosti je možné vytvoriť aplikácie v rôznych programovacích jazykoch. Môžu urýchľovať výpočty, zadávanie veľkého množstva dát, vykresľovať grafy, spracovávať tabuľky a mať mnoho iných rôznorodých funkcionalít. Ideálna aplikácia je pre užívateľov ľahko pochopiteľná a intuitívna. Z tohto dôvodu som

sa rozhodla pre svoju bakalársku prácu využiť jazyk Visual Basic for Applications, ktorý slúži ako rozšírenie programu Microsoft Excel. Tento program je veľmi známy a využíva sa pre prácu v mnohých firmách. Uľahčuje výpočty a zaznamenávanie veľkého počtu dát. Vybrala som si ho práve z dôvodu jeho popularity. Ľudia s ním vedia narábať a je im prirodzený.

Moja bakalárka práca je rozdelená na tri hlavné časti. Prvá je teoretického zamerania. Popisujú sa tu riešené problémy, fungovanie analýz, vzorce, ktoré sú neskôr využívané pri výpočtoch. Ďalšou jej zložkou je charakteristika použitých programov. Popisujem tu fungovanie a využívanie daných programov a aj programovacieho jazyku Visual Basic for Applications.

V časti pre analýzu súčasného stavu sa najprv zameriavam na opis spoločnosti Rebelbean a jej kaviarni Vlněna. Na potreby práve tejto pobočky som zamerala všetky analýzy a aj vývoj samotnej aplikácie. Ďalej sa tu nachádza popis získavania dát a ich úpravy. Prvou z analýz je porovnanie priebehu celkových predajov medzi jednotlivými dňami týždňa. Druhá analýza je na zistenie miery korelácie medzi predajmi a ich vývojom a počasím a jeho zmenami. Na základe zistených faktov sa pokúsím zostaviť čo najpresnejší regresný model, pomocou ktorého bude možné popisovať a predikovať budúce predaje.

Poslednou časťou je návrh vlastného riešenia. V mojom prípade sa jedná o navrhnutie a vytvorenie softwareovej aplikácie na podporu rozhodovania v podniku. K zostaveniu využijem práve programovací jazyk Visual Basic for Applications. Súčasťou návrhu sú aj odporúčania, v ktorých popíšem možnosti podniku pre udržanie aplikácie v aktuálnom stave. Bude tak možné využívať ju po čo najdlhšiu dobu.

CIELE PRÁCE, METÓDY A POSTUPY SPRACOVANIA

Hlavným cieľom mojej bakalárskej práce je vytvorenie aplikácie, ktorá bude užitočným nástrojom pre zlepšenie služieb a to za využitia matematických a štatistických metód na podporu a vývoj softwarovej aplikácie. Jedná sa o narábanie so zásobami mlieka výrobou nápojov.

Na tento účel využijem program Statistica a aplikáciu vytvorím pomocou rozšírenia Visual Basic for Applications v programe Microsoft Office Excel.

Dáta o pohyboch zásob mlieka získam priamo od spoločnosti z ich historických záznamov predaja jednotlivých nápojov v ich kaviarni Vlněna.

Budem potrebovať aj údaje o počasi v jednotlivých dňoch uplynulých dvoch rokov pre vytvorenie trendu.

Na základe zistených údajov zostavím grafy a funkcie. Firme následne navrhнем možné úpravy a zlepšenia doterajšieho systému. Výstup bude slúžiť spoločnosti Rebelbean s.r.o. na odhad vývoja trendov a predpovedanie budúcnosti.

1 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ PRÁCE

Pre to aby sme sa mohli venovať analýzam a návrhom konkrétnych riešení musím najprv uviesť definície a vzorce potrebné pre tieto kroky a prostredia, v ktorých budeme pracovať.

1.1 Štatistické metódy

Štatistika je veda z odvetvia matematiky zaoberajúca sa získavaním, spracovávaním a prezentovaním dát. Jej záverom sú konkrétne číselné výsledky. Môže byť aplikovaná na rôzne odvetvia.

V dnešnej dobe je štatistika veľmi potrebnou, lebo sa využíva na riadenia podnikov a firiem.

„V dnešnej spoločnosti sa rozhodnutia robia na základe dát. Väčšina vedeckých a priemyselných štúdií a experimentov produkujú dáta, a analýzou týchto dát vznikajú užitočné závery. Štatistika je neoddeliteľnou súčasťou kvantitatívneho prístupu k poznatkom. Štatistická oblasť sa zaoberá vedeckou štúdiou zberu, organizovania, analyzovania a vyvodzovania záverov z údajov. Štatistika je prospešná pretože vieme predpovedať budúcnosť na základe dát, ktoré sme pred tým nazbierali. Štatistické metódy nám pomáhajú premieňať dáta na informácie a poznatky (1, s. 2).“

1.1.1 Časové rady

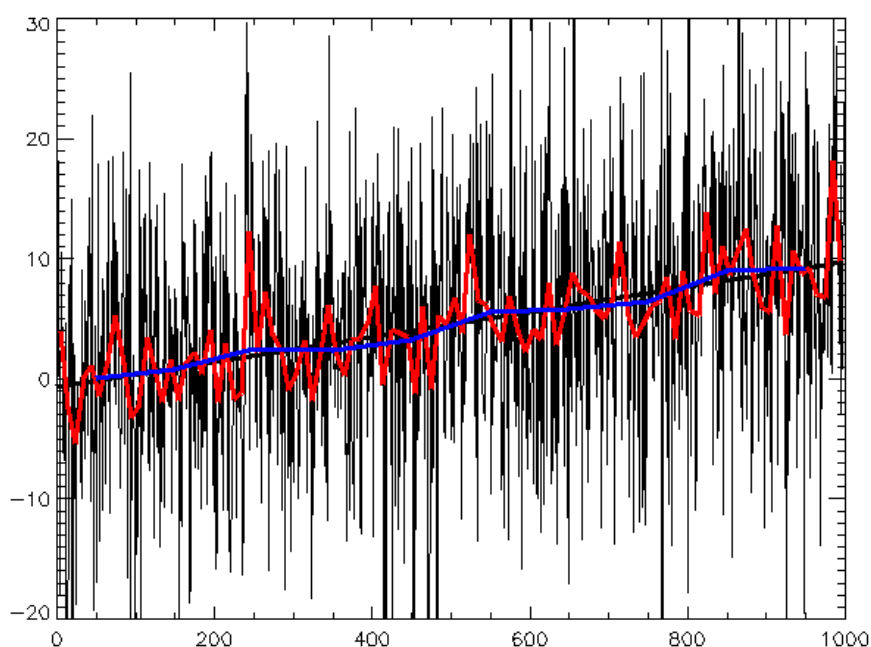
Časová rada je séria bodov, uvedených v časovom poradí. Postupnosť diskretných údajov. Medzi týmito hodnotami sú zväčša zhodne veľké odstupy. Ak tomu tak nie je, je nutné prepočítať hodnoty, aby nedošlo ku skresleniu výsledkov. Napríklad ak sú merania uskutočňované každý mesiac, musí sa brať do úvahy fakt, že majú iný počet dní.

„Časovou radou (niekedy chronologickou radou) rozumieme radu hodnôt určitého ukazovateľa, usporiadaných z hľadiska prirodzenej časovej postupnosti. Pritom je nutné, aby vecná náplň ukazovateľa aj jeho priestorové vymedzenia boli zhodné v celom sledovanom časovom úseku (2, s. 115).“

Cieľom využitia časových rád je odhalenie vzorcov, predpovede a zmysluplné štatistiky. Prognózy budúcich hodnôt sa zostavujú na základe predošlých pozorovaných.

Táto metóda našla využitie v mnohých odvetviach. Príkladom je sociológia, kde má využitie pre sledovanie obyvateľstva. Týmto spôsobom je možné sledovať vývoj rôznych vekových skupín a zostavovať pre tieto skupiny štatistiky. Využíva sa v ekonómii, astronómii, pri predpovedi počasia a zemetrasení, pre štatistické spracovanie signálov a vo zvukovom inžinierstve.

Skríning produktov, populácie, trhu je dôležitou súčasťou riadiacej činnosti kvôli odhaleniu zmien v dopyte po určitých produktoch alebo službách na trhu. Účelom sledovania časových rád je získanie možnosti zabrániť stratám alebo využiť novú podnikateľskú príležitosť. Vo veľkých spoločnostiach sa v aplikáciách sledujú tisíce časových rád a spracovávajú pre podporu riadenia. (3)



Obrázok 1: Časová rada (Zdroj: https://en.wikipedia.org/wiki/Time_series)

Dáta je možné analyzovať vizuálne pomocou grafu, ktorý môže byť spojnicový, stĺpcový alebo paličkový. Je tak možné odhadnúť základné charakteristiky.

Časové rady je možné rozdeliť do dvoch základných skupín podľa vstupujúcich údajov. Prvou skupinou sú okamžikové rady. Údaje tu predstavujú hodnotu sledovaného javu, zachytenú v danom momente. Príkladom je počet obyvateľov štátu.

Druhou skupinou sú intervalové rady. Vyznačujú sa tým, že údaje predstavujú koľko sledovaných subjektov vzniklo alebo zaniklo za pozorované obdobie. Príkladom je rada, kde istý počet rokov sledujeme množstvo rozvodov alebo sobášov za obdobie. Hodnoty

v týchto časových radách je možné navzájom spočítať a výsledok dáva zmysel na rozdiel od okamžikových rád.

1.1.2 Korelácia

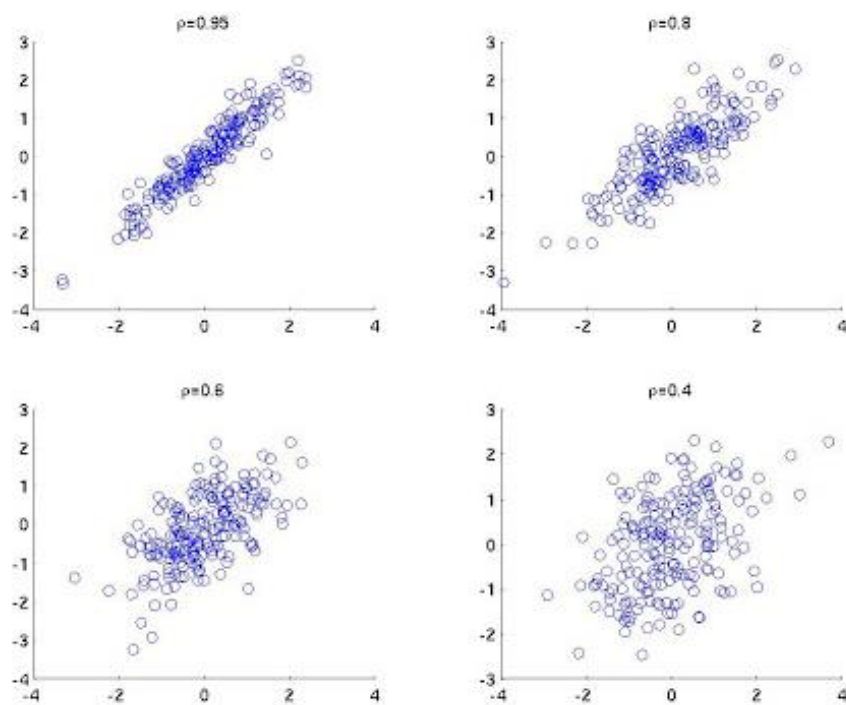
Korelácia je štatistická asociácia. Popisuje závislosť medzi premennými a aký sklon majú jednotlivé hodnoty určitej premennej sa objavovať s inými hodnotami druhej premennej, teda popisuje ich stupeň príbuznosti.

Príkladom je dopytová krivka, ktorá je postavená na vzťahu medzi tým, koľko tovar stojí a tým, koľko ho sú zákazníci ochotní nakúpiť za danú cenu. Ďalšími príkladmi pozitívnej korelácie sú spojitosť medzi výškou človeka a veľkosťou jeho nohy, alebo medzi zmenami vonkajšej teploty a zmenami vo výške predajov v zmrzlinárni.

V tejto bakalárskej práci sa zameriava na dvojrozmerný dátový súbor s kvantitatívnymi premennými X a Y.

1.1.2.1 Grafické znázornenie korelácie

Pri zisťovaní korelácie u takýchto súborov, je ideálne, si ich najprv graficky znázorniť do dvojrozmerného súradnicového systému pre prvotnú analýzu. Dvojice údajov sa znázorňujú ako body v grafe. Takto zostavený graf sa nazýva korelačný diagram. Na jeho základe možné odhadnúť vlastnosti dát, ako je linearita alebo nelinearita vzťahu, vzdialené body a nesúrodosť súboru.



Obrázok 2: Príklady korelácie (Zdroj: <http://www.iam.fmph.uniba.sk/institute/stehlikova/em06.html>)

Korelácia môže nabráť hodnoty od úplnej až po žiadnu. Pri úplnej korelácii sa hovorí o funkčnej závislosti medzi premennými.

1.1.2.2 Výpočty korelácie

Po grafickom znázornení sa vzťahy upresňujú pomocou výpočtov. Pred tým však je treba si ujasniť názvy a premenné. Charakteristiky sa vypočítavajú pre premenné X a Y v usporiadaných dvojiciach (x_i, y_i) , kde $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Výberový priemer sa využíva k rozboru dát a je nevyhnutný pre ďalšie výpočty. Nasledujúce výpočty sa používajú pre premenné X a Y.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

Pomocou získaných priemerov je možné vypočítať výberový rozptyl. Je závislí od rozdielov štatistického priemeru od reálnych dát a predstavuje rozloženie dát okolo strednej hodnoty súboru údajov.

$$s_X^2 = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2 \right]$$

$$s_Y^2 = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n y_i^2 - n\bar{y}^2 \right]$$

Jednou z veličín popisujúcich lineárnu súvislosť medzi premennými X a Y je výberový koeficient kovariancie. Opisuje spoločný rozptyl a existenciu závislosti medzi veličinami. Ak je tento koeficient rovný nule, môžeme o súbore dát povedať, že medzi nimi neexistuje lineárna korelácia. Môže však medzi nimi existovať nelineárna.

$$C_{XY} = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n x_i y_i - n\bar{x}\bar{y} \right]$$

Koeficient kovariancie nepopisuje mieru korelácie medzi premennými. Pre to existuje ďalšia charakteristika popisujúca vlastnosti súboru. Koeficient korelácie je bezrozmerný a normovaný. Udáva mieru väzby medzi premennými.

$$r_{XY} = \frac{C_{XY}}{s_X s_Y}$$

V absolútnej hodnote nadobúda hodnoty maximálne 1. Ak nadobúda práve túto, znamená to, že závislosť medzi veličinami je presne lineárna. Ak nadobúda veľkosti 0, môžeme o súbore povedať, že v ňom neexistuje lineárna korelácia. Medzi týmito dvoma extrémami, vieme popísať hodnotu koeficientu aj ako silnú korelácia, keď je hodnota pod číslom 1, priemernú, keď je hodnota okolo čísla 0,5, alebo slabú, keď sa blíži k číslu 0.

Ak je koeficient korelácie väčší ako 0, znamená to, že ak sa zväčší hodnota jednej premennej, zväčší sa hodnota aj druhej. Ak je koeficient menší ako 0, platí, že ak sa hodnota jednej premennej zväčší, hodnota druhej poklesne.

1.1.3 Regresná analýza

„Hlavnou úlohou regresnej a korelačnej analýzy je prispieť k poznaniu príčinných vzťahov medzi štatistickými znakmi. Východiskom k popisu štatistických závislostí sú štatistické údaje. (4, s. 177)“

Analyzuje, skúma a popisuje vzťah medzi dvomi alebo viacerými veličinami. Jedna z premenných je závislá na ostatných, ktoré ju ovplyvňujú. Podľa tohto, ich aj

rozdeľujeme na závislé a nezávislé premenné. Pri výpočtoch sa závislá premenná označuje ako Y a písmenom X sa značí nezávislá. Ďalším možným názvom pre tieto premenné sú pre premennú X vysvetľujúca a pre Y vysvetľovaná.

Pomocou regresnej analýzy odhadujeme istú náhodnú veličinu. Jej úlohou je určiť matematickú funkciu, ktorá najpresnejšie popisuje závislosti a ich priebeh. Táto funkcia sa nazýva regresným modelom.

„Regresívna analýza je technika predvídavého modelovania, ktorá odhaduje vzťah medzi premennými. Ak máme mnohorozmerný súbor dát, tak táto modelovacia technika sa pokúsi sformulovať koreláciu medzi súborom na sebe závislých premenných, ktoré sa nazývajú prediktori a samostatná premenná sa volá odpoveď. Celkovým cieľom analýzy je vytvoriť matematický model ktorý popisuje vzťah medzi nimi.(5)“

Podľa počtu nezávislých premenných rozdeľujeme regresnú analýzu na dva základný typy. Prvým je jednoduchá, kde je závislá premenná ovplyvňovaná práve jednou nezávislou premennou. Druhým variantom je viacnásobná regresia, kde je závislá premenná ovplyvňovaná viacerými regresormi. V tejto bakalárskej práci sa bude využívať jednoduchá regresia. Závislá premenná závisí len na jednej nezávislej.

Pri uskutočnení opakovaných meraní za stálej premennej X, je možným výsledkom, že nameriame rôzne hodnoty premennej Y. Táto nesúrodosť výsledkov je spôsobená šumom. Takto nazývame neočakávané činitele, ktoré vstupujú do merania. Z tohto dôvodu za premenná Y nazýva aj náhodnou premennou.

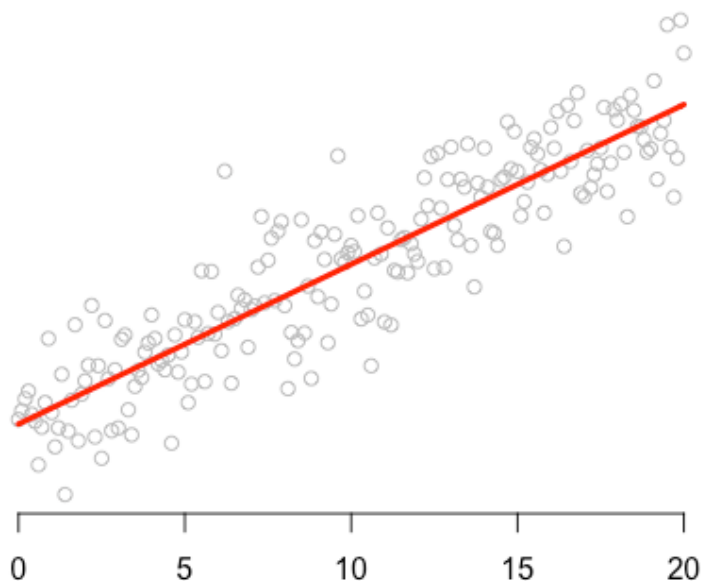
„Závislosť medzi veličinami x a y je teda ovplyvnená „šumom“, čo je náhodná veličina, označujeme ju e , ktorá vyjadruje vplyv náhodných a neuvažovaných činiteľov. O tejto náhodnej veličine sa predpokladá, že jej stredná hodnota je rovná nule, tj. $E(e) = 0$, čo značí, že pri meraní sa nevyskytujú systematické chyby a výchylky od skrútenej hodnoty, spôsobené „šumami“, sú možné okolo tejto strednej hodnoty ako v kladnom, tak aj v zápornom zmysle. (2, s. 80)“

Pre lepšiu predstavu, sa namerané údaje môžu vizualizovať pomocou grafov. Pre jednoduchú regresnú analýzu s dvomi premennými je možným riešením zakreslenie do dvojrozmerného súradnicového systému. Ako body sa sem graficky zaznačujú usporiadané dvojice premenných (x_i, y_i) , kde $i=1, 2, \dots, n$. Pre analýzu je potrebné aby n spĺňalo podmienku $n>2$. Vo dvojici, x_i predstavuje hodnotu nezávislej premennej X a y_i

značí k nej priradenú hodnotu závislej premennej Y. Pomocou grafov je možné odhadnúť, aké funkcie budeme zvažovať pre popis priebehu závislosti.

1.1.3.1 Metóda najmenších štvorcov

Jednou z možností, ako sa dá popísať závislosť medzi premennými, je pomocou lineárnej funkcie. Na obrázku 3 je graficky znázornené, ako sú body preložené priamkou, ktorá najlepšie vystihuje ich priebeh.



Obrázok 3: Preloženie lineárnou funkciou (Zdroj: <https://www.freecodecamp.org/news/learn-how-to-improve-your-linear-models-8294bfa8a731/>)

Ak popíšeme regresnú funkciu priamkou, pre priamku platí zápis:

$$\eta(x) = \beta_1 + \beta_2 x$$

V zápise je možné zohľadniť aj šum, vtedy pre priamku platí zápis:

$$Y_i = \eta(x_i) + e_i = \beta_1 + \beta_2 x_i + e_i$$

Pri výpočte presného zápisu lineárnej funkcie zo súboru dát, sa zápis mení na formu:

$$\hat{y} = b_1 + b_2 x$$

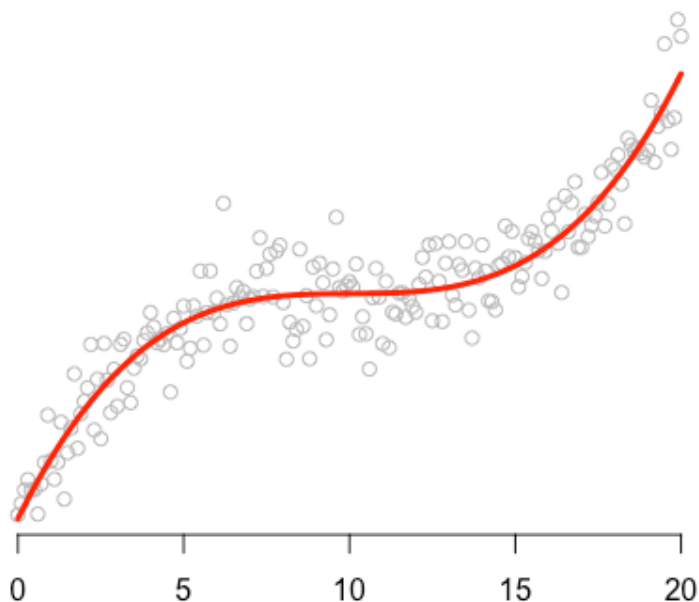
Údaj \hat{y} predstavuje, konkrétnu predpokladanú hodnotu závislej premennej Y po vyčíslení pomocou lineárnej funkcie.

„Odhady koeficientov β_1 a β_2 regresívnej priamky pre zadané dvojice, označíme b_1 a b_2 . K určeniu týchto koeficientov, ktoré majú byť v istom slova zmysle „čo najlepšie“ použijeme metódu najmenších štvorcov.“ (6, s. 109)

Odhad regresného modelu zahŕňa aj odhad parametrov. Pri lineárnych modeloch je na výber niekoľko rôznych metód. Príkladom sú metóda najmenších štvorcov, maximálnej vierohodnosti, Bayesov prístup, Tichonova regularizácia a ďalšie. Prvá z nich je však najznámejšia (7).

Metóda najmenších štvorcov sa využíva pre hľadanie funkcie, ktorá čo najpresnejšie popisuje súbor dát. Princíp je založený na minimalizácii odchýlky od výslednej funkcie. Daná odchylka sa vyčísluje pomocou súčtu zvyškov na druhú mocninu. Zvyšky predstavujú rozdiely medzi bodmi a priebehom funkcie. Metóda sa nevyužíva len s lineárnymi, ale aj s nelineárnymi funkciami. Aproximácie pre nelineárnu funkcie sa získavajú pomocou riešenia sústavy rovníc.

Na obrázku 3, je možné vidieť preloženie bodov polynomicou funkciou tretieho stupňa. Preloženie priamkou by spôsobilo väčšie odchýlky a tým pádom aj väčšiu nepresnosť pri výpočtoch.



Obrázok 4: Preloženie nelineárnou funkciou (Zdroj: <https://www.freecodecamp.org/news/learn-how-to-improve-your-linear-models-8294bfa8a731/>)

1.1.3.2 Koeficient determinácie

Vypovedá o užitočnosti a presnosti zvoleného regresného modelu. Určuje, akú časť sme schopný vysvetliť výsledkovou premennou. V literatúre sa označuje dvomi spôsobmi. Ako I^2 alebo R^2 .

Pri výpočte sa využíva podiel medzi dvomi premennými. V čitateli sa jedná o súčet rozdielov pôvodných nameraných hodnôt a hodnôt vypočítaných z regresnej funkcie. V menovateli sa nachádza súčet rozdielov medzi pôvodnými hodnotami a priemernou hodnotou týchto údajov.

$$s_{y-\hat{\eta}} = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{\eta}_i)^2$$
$$s_y = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$
$$I^2 = \frac{s_{\hat{\eta}}}{s_y} = 1 - \frac{s_{y-\hat{\eta}}}{s_y}$$

Koeficient nadobúda veľkosti v intervale $< 0,1 >$. Čím je hodnota bližšia k číslu 1, tým je vyššia kvalita modelu a určenie funkciou je presnejšie. Keď sa koeficient rovná číslu 1, znamená to dokonalú predikciu. Ak má hodnotu nízku alebo rovnú číslu 0, značí to neprínosnosť modelu. Vtedy treba zvoliť vhodnejšiu regresnú funkciu pre popis dát.

„Ak hodnotu indexu determinácie vynásobíme stoma, potom získané číslo vyjadruje v percentách tú časť rozptylu pozorovaných hodnôt, ktorú je možné vysvetliť zvolenou regresnou funkciou. (2, s. 101)“

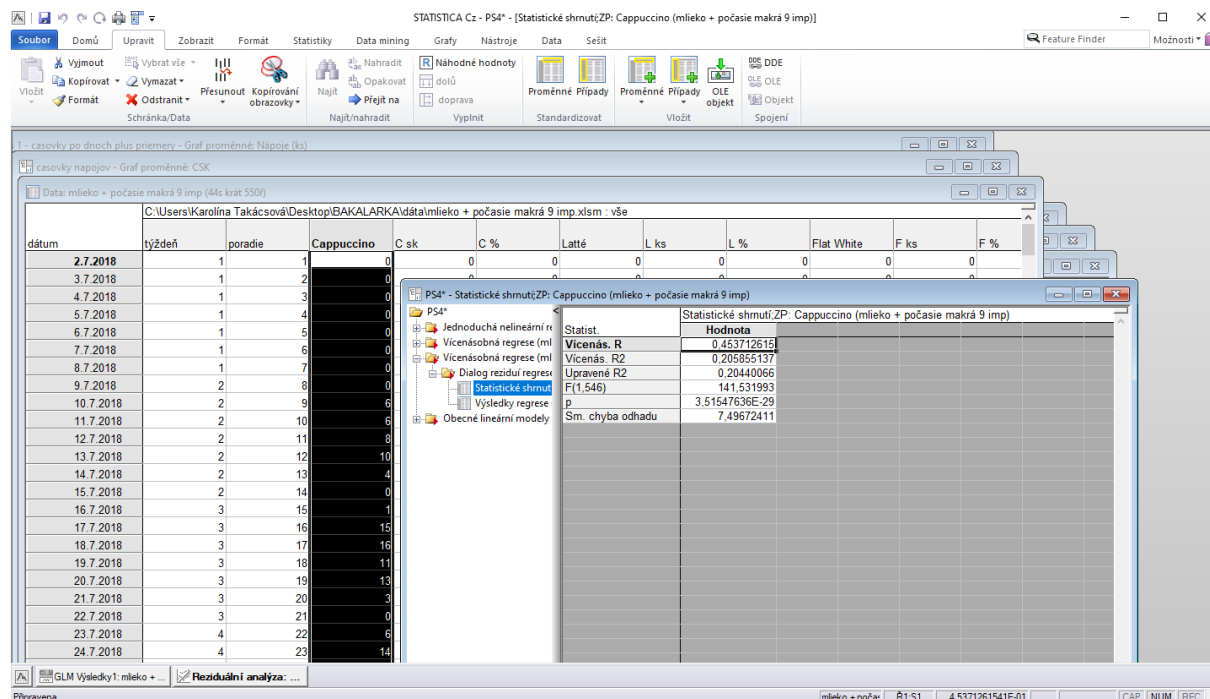
1.2 Programy

Analytická časť tejto bakalárskej práce obsahuje veľké množstvo výpočtov na objemných súboroch dát. K týmto úkonom som využívala nasledujúce programy.

1.2.1 Statistica

Statistica je nástrojom pre štatistickú analýzu dát. Využíva k tomu analytické metódy s prehľadnými grafickými výstupmi a reportmi. Umožňuje metódy ako data mining, vizualizáciu dát, modelovanie, zhľukovanie, klasifikáciu, neurónové siete a mnoho

d'alších. Ešte viac druhov rozborov sa dá dosiahnuť pomocou integrácie open-source programovacieho prostredia R. Autorom programu je americká spoločnosť StatSoft.



Obrázok 5: Statistica 12 rozhranie (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Používa sa vo firmách najmä pre podporu riadenia ekonomiky, rizík, kvality a financií podniku zo strategického aj výkonného hľadiska.

Pri mojej práci som využívala verziu 12 CZ. S poslednou aktualizáciou z roku 2014.

1.2.2 Microsoft Excel

Microsoft Excel je produktom firmy Microsoft a bol prvý krát uvedený na trh v roku 1985. Užívateľovi umožňuje prácu v tabuľkovom rozhraní a v dnešnej dobe je jednou zo základných súčastí balíku Office.

Je to nástroj pre usporiadanie a vyhodnotenie údajov, pre vykreslenie grafov, diagramov a robenie prognóz. Dáta je možné importovať z rôznych zdrojov, ako sú napríklad programy Access alebo Word. Umožňuje taktiež formátovanie, filtrovanie a používanie makier v programovacom jazyku Visual Basic for Applications. Na výpočty sa používajú vzorce. V nich sa môžu nachádzať funkcie, ktorých je v programe Excel viac ako 500.

K manažovaniu údajov a k výpočtom v mojej práci som využila verziu Microsoft Excel 2016.

Táto verzia bola spustená v septembri roku 2015. Ponúkal mnohé zlepšenia a doplnenia oproti predchádzajúcemu modelu Microsoft Excel 2013. Obsahuje nový grafický nástroj a pri spustení pridal šesť nových druhov grafov. Vylepšenie dostali aj nástroje prognózy, aby lepšie zvládali sezónnosť. Kvôli spätnej väzbe na minulú verziu, zrušili niektoré nepopulárne zmeny. Zjednodušilo sa aj vyhľadávanie a celkovo sa zmenila vizáž programu. (8)

1.2.3 Visual Basic for Applications

Jedná sa o programovací jazyk vyvinutý spoločnosťou Microsoft. Tento jazyk je možné využiť v mnohých produktoch spoločnosti, ako je napríklad Excel, Word, PowerPoint a iné aplikácie z balíka Microsoft Office. Najnovšia verzia jazyka je Visual Basic for Applications 7.1, ktorá je obsiahnutá v balíku Microsoft Office 2013 a 2016. Práve túto verziu som využívala pri práci na mojej bakalárskej práci.

„Visual Basic for Applications bol pridaný do Microsoft Office, aby uplatnil svoju rozvojovú funkciu. Bol založený na základe veľmi populárneho programovacieho jazyka Visual Basic a prebral po ňom jeho jazykovú štruktúru. Okrem toho, môže automatizovať často používaný program a vytvoriť tak užívateľom definovaný. (9)“

Marko je v podstate kód jazyka Visual Basic for Applications, ktorý je možné volať na vykonanie ľubovoľného počtu akcií. V programe Microsoft Excel môžu byť makrá zapisované alebo zaznamenávané. Následne treba určiť jasný a ľahký spôsob na ich spúšťanie. Najčastejšie používaným prvkom je tlačidlo. Každé môže jednoduché, ale efektívne vykonanie príkazov (10, s. 19).

1.2.3.1 Využívanie

Rozhranie tohto programovacieho jazyka je dostupné cez editor Vývojár, ktorý však nie je dostupný ihneď, ale treba si ho sprístupniť.

Význam spočíva v zjednodušení práce a v automatizácii pomocou procedúr. Používateľovi dovoľuje tvorbu tabuliek, rozpočtov, výpočtov prostredníctvom vzorcov a analýzy. V rozhraní sa dajú vytvárať formuláre, ktoré môžu byť využité na vkladanie dát, alebo na zadávanie premenných pre výpočet.

Priamo do zošita programu Microsoft Excel sa dajú vkladať tlačidlá. Pomocou programovacieho jazyka, sa dá následne určiť, aké úkony majú byť vykonané po ich stlačení a tak šetria čas a uľahčujú prácu.

Programovací jazyk nemusí užívateľ ovládať k jeho využitiu. Napríklad pomocou vyššie uvedených tlačidiel, ak je už niečo na nich predom naprogramované. Treba však dávať pozor na fakt, že niektoré staršie verzie programu nepodporujú používanie makier v zošitoch.

2 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU

V tejto kapitole sa budem zameriavať na analýzu predaja nápojov v kaviarni a čo ich ovplyvňuje, budem porovnávať medzi sebou jednotlivé dni týždňa, analyzovať vplyvy vonkajších faktorov, no najskôr sa zameriam na opis spoločnosti a kaviarne.

2.1 Opis spoločnosti

Názov spoločnosti je Rebelbean a bola zapísaná do obchodného registra dňa 16.06.2015. Sídlo je na adrese Nové sady 988/2, Staré Brno. Firma má dvoch konateľov, pričom obaja majú rovnaký, polovičný podiel. Právna forma je spoločnosť s ručením obmedzeným. Primárne sa zameriavajú na praženie kávy a jej následný predaj po okolí. Ich súčasťou je však aj predaj výrobkov z kávy, rôznych nápojov a jedál v dvoch kaviarňach a na poskytovanie cateringových služieb.



Obrázok 6: Logo spoločnosti (Zdroj: <http://www.rebelbean.cz/>)

2.1.1 Kaviareň

Firma doteraz otvorila dve kaviarne. Najnovšie otvorená kaviareň sa volá Jundrov. Bola len nedávno predstavená ľudom a to presne 01.01.2019. Ich prvá kaviareň, ktorej sa aj budeme v tejto bakalárskej práci bližšie venovať, sa nazýva Vlněna a bola spustená dňa 01.07.2018. Nachádza sa na adrese Přízová 5, Brno a je to vlajkovou loďou podniku.

V budove sa v minulosti nachádzala firma vyrábajúca vlnené látky s rovnakým názvom ako kaviareň - Vlněna. Za posledné dva roky sa areál prestaval na súbor obchodov a administratívnych budov.

Miestnosť má obdĺžnikový pôdorys. Po vstupe je ihneď viditeľná dominanta, masívny drevom obložený bar. Ďalej si človek môže vybrať z rôznych druhov sedení. Nachádzajú sa tu boxy na sedenie, dlhý stôl s barovými stoličkami, alebo oveľa nižšie stoly s kreslami. Tým pádom, boli pre návštevníkov kaviarne navrhnuté rôzne typy posedení, aby vyhoveli všetkým možným druhom využitia.

Celá kaviareň pôsobí moderne a industriálne. Je tu využitých veľmi málo farieb. Predovšetkým biela a šedá doplnená tmavými kovovými odtieňmi a svetlým drevom. Všetko je doplnené nevšednými svetlami, ktoré pôsobia ako rozhádzané žiarivky v kovových boxoch.

Na jednej zo stien je neónový nápis #BUDREBEL, ktorý vyjadruje celú filozofiu spoločnosti, kde by sme svoje hranice mali posúvať stále ďalej, robiť veci inak a káva nám má dodať energiu.



Obrázok 7: Kaviareň Vlněna (Zdroj: <https://www.czechdesign.cz/temata-a-rubriky/cerstvy-vitr-z-jizni-moravy-5-novych-mist-v-brne-ktera-snoubi-vkus-a-kvalitu>)

2.1.2 Požiadavky kaviarne

Pri mojich konzultáciách s členom tímu vedenia spoločnosti Rebelbean, som zisťovala, aká aplikácia by pre nich mohla mať najlepšie využitie. Zamerali sme sa na potreby kaviarne.

Vedenie potrebuje aplikáciu, ktorú by mohli využívať k predikcii potreby mlieka, keďže je to jedna z položiek nutných pre správny chod kaviarne. Takáto aplikácia nie je súčasťou žiadneho softwaru, ktorý majú k dispozícii a ktorý je v jeho finančných možnostiach.

Mlieko sa kupuje raz týždenne. Množstvo sa odhaduje na základe predajov z predchádzajúceho týždňa a skúseností. Z tohto dôvodu sa zaobstaráva trvanlivé mlieko. Toto nakúpené mlieko ostáva do nasledujúceho týždňa v záruke trvanlivosti aj keď sa nespotrebuje všetko.

Firma Rebelbean dúfa, že pomocou mnou vytvorenej aplikácie, bude možné predpovede upresniť. Vďaka tomu, by mohli začať nakupovať kvalitnejšie čerstvé mlieka, ktoré nemajú takú dlhú dobu trvanlivosti. Tým pádom by sa zvýšila kvalita nápojov poskytovaných zákazníkom.

2.1.3 Nápoje

V kaviarni je možné si zakúpiť veľa rôznych druhov nápojov, pokrmov, balení pražených kávových zŕn a pomôcok na domácu prípravu kávy.

V tejto práci sa zameriavam na nápoje, ktoré sa predávajú v jednej z kaviarní a obsahujú mlieko. Dokopy takýchto nápojov predávajú deväť, ale dva z nich majú veľmi nízke predaje a tak ich nebudem zahrňať v analýzach. Konkrétne sú to Dirty Chai Latté a Special Latté. Oba nápoje majú za celú dobu otvorenia kaviarne dokopy len 18 predajov.

Na analýzy preto využijem ostatných sedem nápojov a to menovite: cappuccino, latté, flat white, macchiato, horúcu čokoládu, babycinno a kakao.

Cappuccino sa skladá z jednej tretiny z kávy, z druhej tretiny je mlieko a z tretej tretiny mliečna pena. Latté je druh bielej kávy podávaný vo väčšom hrnčeku s vysokým obsahom mlieka. Flat white je nápoj, kde je základom dvojitá dávka espressa. Je často prirovnávané k latté, ale má menší objem. Macchiato je taliansky druh espressa podávané s malým množstvom horúceho napeneného mlieka. Horúca čokoláda podávaná v tomto podniku je kvalitná horká čokoláda rozpustená v horúcom mlieku zdobená šľahačkou na vrchu. Babyccino je teplé mlieko podávané so škoricou a kakaom a neobsahuje kávu. Posledným produktom podávaným v tomto podniku je kakao a to je podávané ako zmes kakaového prášku a cukru zmiešaná s horúcim mliekom.

Tabuľka 1: Objemy mlieka v nápojoch (Zdroj: Vlastné spracovanie)

názov nápoja	objem mlieka
cappuccino	170 ml
latté	270 ml

flat white	140 ml
macchiato	70 ml
horúca čokoláda	150 ml
babyccino	50 ml
kakao	150 ml

2.2 Použité dáta

K tejto bakalárskej práci som využívala na rôzne analýzy dáta získané z kaviarne Vlněna a neskôr som pridala údaje o počasí za sledované obdobie.

2.2.1 Dáta z kaviarne

Po dohode s jedným z členov tímu vedenia spoločnosti Rebelbean, mi boli poskytnuté údaje o počte predaných kusov jednotlivých nápojov za každý deň od 01.07.2018. Ďalej sa v tomto dokumente nachádzali aj informácie o tom, koľko mlieka sa využije pri výrobe jednotlivých nápojov. Tieto informácie sú zaznamenané v tabuľke 1.

Kvôli analýzam bolo nutné dáta upraviť. Ku každému riadku bol pridaný stĺpec popisujúci na základe dátumu o aký deň sa jedná, napríklad **pondelok, utorok a tak ďalej**. Zároveň som do riadkov doplnila poradové číslo dní, začínajúc s 01.07.2018 ako číslom 1 a poradové číslo týždňa, opäť začínajúc číslom 1.

Na základe údajov v stĺpcoch popisujúcich počty predaných kusov nápojov som zostrojila stĺpec s názvom „Spolu nápojov“, kde je súčet predaných nápojov za určitý deň. K tomuto stĺpcu a aj k stĺpcom s údajmi o predajoch konkrétnych nápojov som pridala ďalšie, v ktorých sa vypočítava zmena v predaji oproti predchádzajúcemu dňu v riadku vyššie.

2.2.2 Dáta popisujúce počasie

Historické dáta o počasí som získala zo stránok českého hydrometeorologického ústavu. Poskytujú archívne údaje až do roku 1961. Sú tu zahrnuté údaje ako maximálna, minimálna a priemerná teplota, vlhkosť a tlak vzduchu, rýchlosť vetra, úhrn zrážok, celková výška snehu a slnečný svit. Údaje sú z meteorologickej stanice s profesionálnou obsluhou a automatizovaným merným systémom z oblasti Brno – Tuřany.

Vybrala som z ponúkaných listov priemernú teplotu a úhrn zrážok. Tieto dva faktory najviac ovplyvňujú správanie zákazníkov. Následne bolo nutné upraviť dáta, tak aby ich bolo možné vložiť k údajom z predaja. Tabuľku s údajmi bolo nutné transponovať a nato

ich usporiadať do jedného stĺpca. Upravené dáta som skopírovala a vložila do pripravených stĺpcov tak, aby odpovedali daným dátumom. K týmto stĺpcom som takisto pridala ďalšie, kde sa vypočítava oproti dňu pred tým.

2.3 Denné predaje

Ako prvú analýzu som porovnávala medzi sebou celkové predaje nápojov za jednotlivé dni v týždni, za pomoci programu MS Excel. Chcela som tak odhaliť, ktoré dni sú pre kaviareň najúspešnejšie a naopak, ktoré dni navštevujú zákazníci podnik najmenej.

Návštevnosť je samozrejme ovplyvnená aj ročnými obdobiami, prítomnosťou veľkého množstva študentov v meste a tak mohol iný deň týždňa dominovať v iné obdobie. Kaviareň bola otvorená rok a pól, čo znamená 79 týždňov. Predaj sa začal v mesiaci júl. Letné prázdniny trvali do týždňa 10. Počas týždňa 26 boli Vianočné sviatky. Letné prázdniny opäť nastali v týždni 53 a trvalo do týždňa 62. Vianočné sviatky roku 2019 vyšli na týždeň 78. Pre lepšiu predstavu som toto aj graficky vyobrazila v obrázku číslo 8.

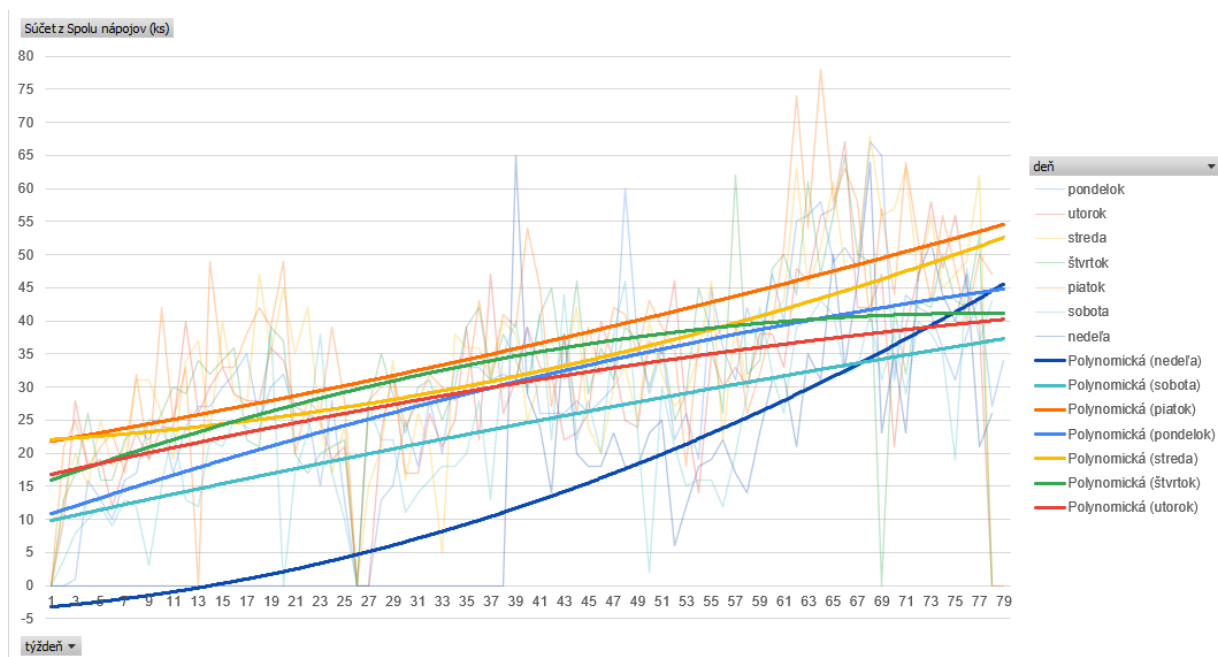
1	10	20	30	40	50	60	70	79
1	10	26			53	62	78	
Letné prázdniny		Vianoce			Letné prázdniny		Vianoce	

Obrázok 8: Rozloženie týždňov (Zdroj: Vlastné spracovanie)

2.3.1 Popis všetkých dní spolu

Z grafu 1 vyplýva, že celkovo majú predaje spolu rastúcu tendenciu. Počty predaných kusov nápojov od otvorenia kaviarne rástli, až po týždeň 19, od ktorého bol zaznamenaný pokles. Tento úpadok vyvrcholil počas týždňa 26, to jest počas vianočných sviatkov, kedy bola pobočka zatvorená. Následne prišiel rast predajov a ten sa výrazne zintenzívil od týždňa 53 po týždeň 65, čo bolo letné obdobie. O tomto momentu obchody začali mierne upadať ako sa opäť blížil rok ku koncu. Cez vianočné prázdniny roku 2019 bola zmena oproti roku 2018 v tom, že pobočka bola zatvorená len tri dni, na rozdiel od ôsmich.

Popísaných trendov sa držia aj grafy jednotlivých dní s menšími odchýlkami.

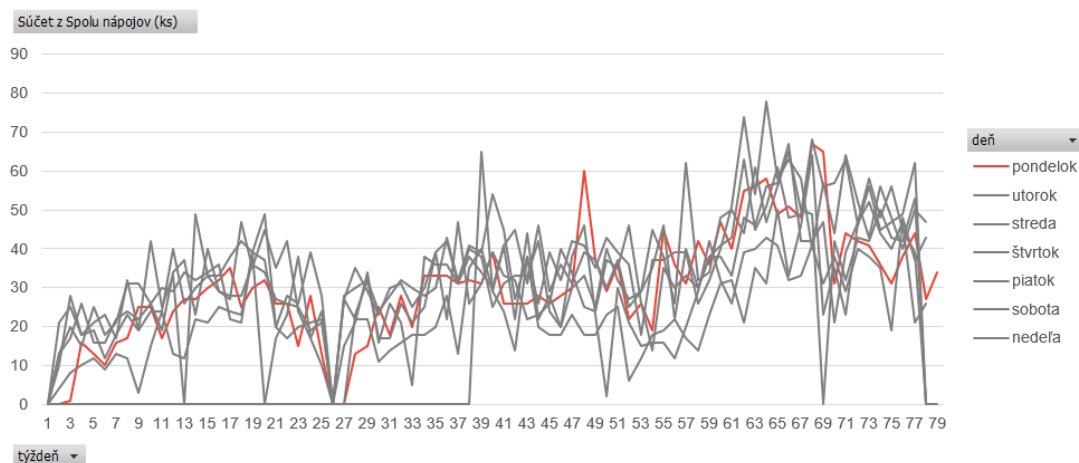


Graf 1: Predaje vo všetky dni týždňa (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Graf 1 až graf 9 zobrazujú časovú analýzu, ktorej premenné sú poradie týždňov za sledované obdobie a celkový počet predaných nápojov obsahujúcich mlieko za jednotlivé dni. Vzniknuté spojnice sú farebne rozlíšené aby sa v nich dalo jednoduchšie orientovať. V grafe 1 a v grafe 9 som dané spojnice dodatočne preložila polynomickou trendovou spojniciou, pomocou funkcie programu MS Excel, pre nenáročnejšie určenie vývoja predajov daného dňa počas sledovaného obdobia.

2.3.2 Pondelok

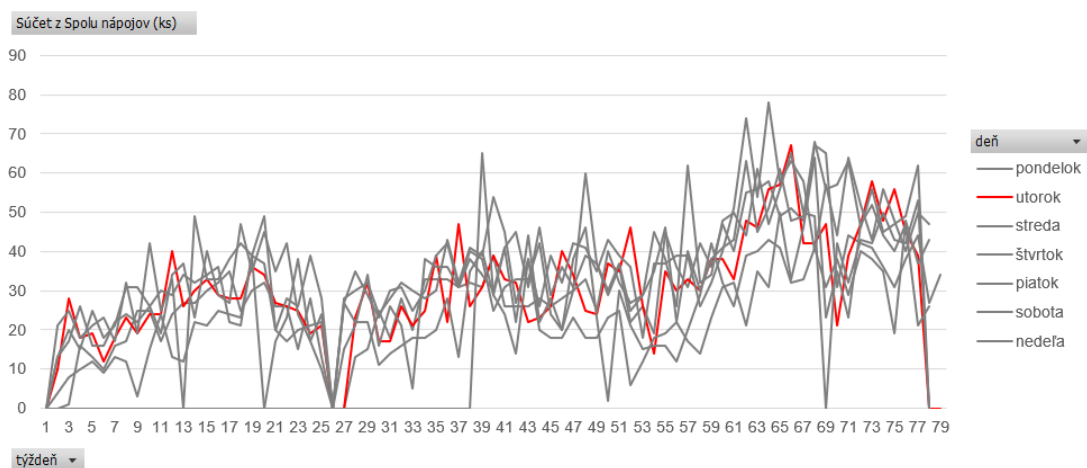
V tento deň boli v podniku zväčša podpriemerné celkové predaje nápojov. V týždni 54, čo je začiatok mesiaca júl, prišla zmena a predaje sa stali nadpriemernými až do týždňa 68 kde zas poklesli v porovnaní s ostatnými dňami.



Graf 2: Predaje v pondelok (Zdroj: Vlastné spracovanie)

2.3.3 Utorok

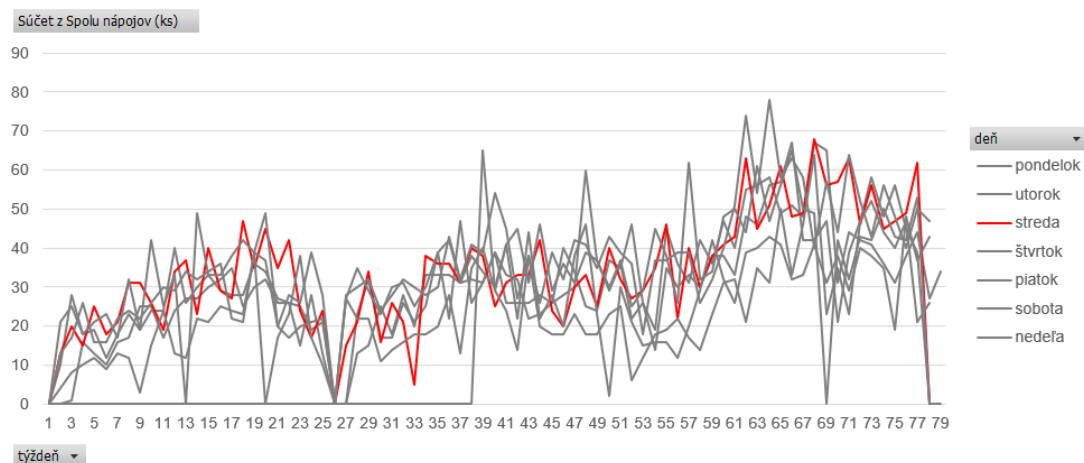
Predaje v tento deň sú veľmi vyrovnané a stabilne sa držia okolo priemeru. Má tendenciu stáleho a pevného rastu. Stále je však ako celok ovplyvnený ročnými obdobiami.



Graf 3: Predaje v utorok (Zdroj: Vlastné spracovanie)

2.3.4 Streda

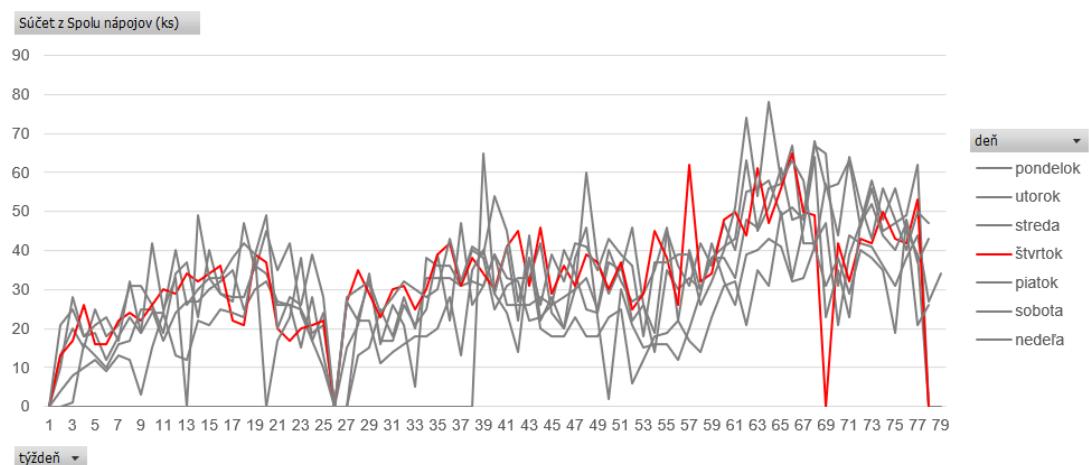
Streda je obzvlášť úspešným dňom pre podnik. Obchody sú nadpriemerné a nachádza sa na druhom mieste v predajoch, okrem obdobia od týždňa 15 do týždňa 56, čo je časový úsek medzi letom v roku 2018 a letom v roku 2019. Posledné týždne roku 2019 boli v stredu dokonca najvyššie predaje týždňa.



Graf 4: Predaje v stredu (Zdroj: Vlastné spracovanie)

2.3.5 Štvrtok

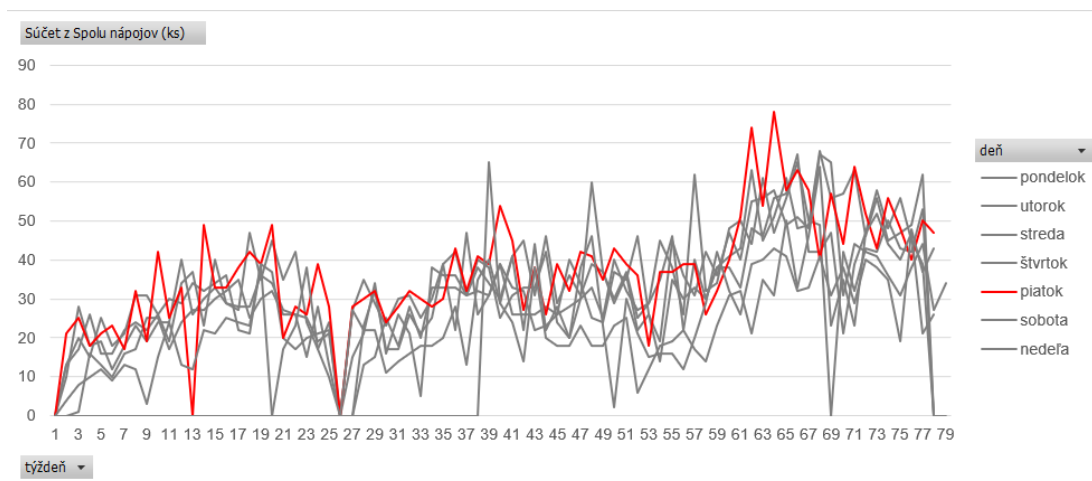
Rovnako ako aj v stredu, vo štvrtky sú nadpriemerne vysoké predaje. Práve tento deň bol na druhom mieste medzi týždňami 15 a 56. V posledných dvoch týždňoch bol výrazný pokles spôsobený zatvorením prevádzky počas vianočných sviatkov.



Graf 5: Predaje vo štvrtok (Zdroj: Vlastné spracovanie)

2.3.6 Piatok

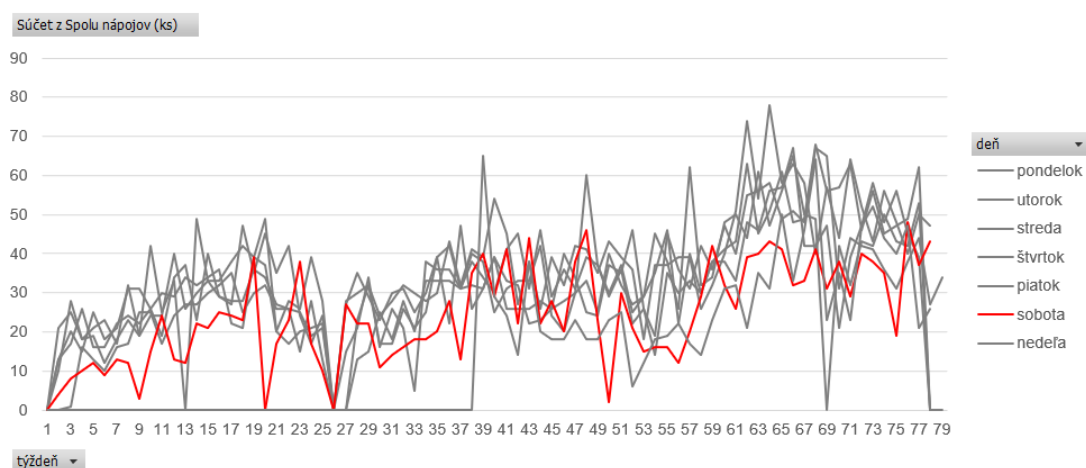
Ako môžeme zreteľne vidieť v nasledujúcom grafe 6, kaviarni sa v tento deň mimoriadne darí. Má stabilne najvyššie predaje z pomedzi všetkých dní, od otvorenia tohto podniku.



Graf 6: Predaje v piatok (Zdroj: Vlastné spracovanie)

2.3.7 Sobota

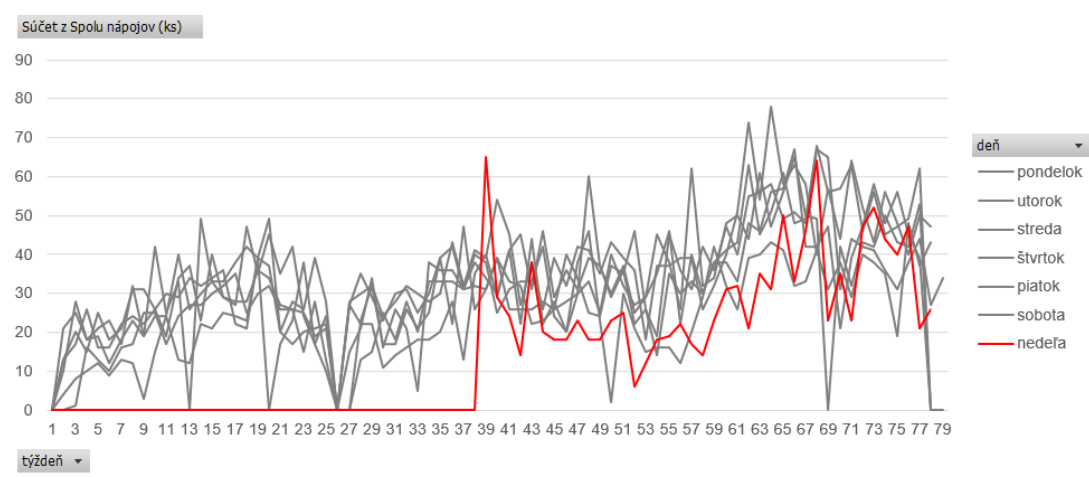
V kaviarni sú obchody tento deň veľmi slabé a podpriemerné. V poslednom sledovanom štvrtroku, ktorý sa nachádza v rozpätí týždňov 66 až 79, má sobota v priemere najnižšie predaje zo všetkých dní týždňa.



Graf 7: Predaje v sobotu (Zdroj: Vlastné spracovanie)

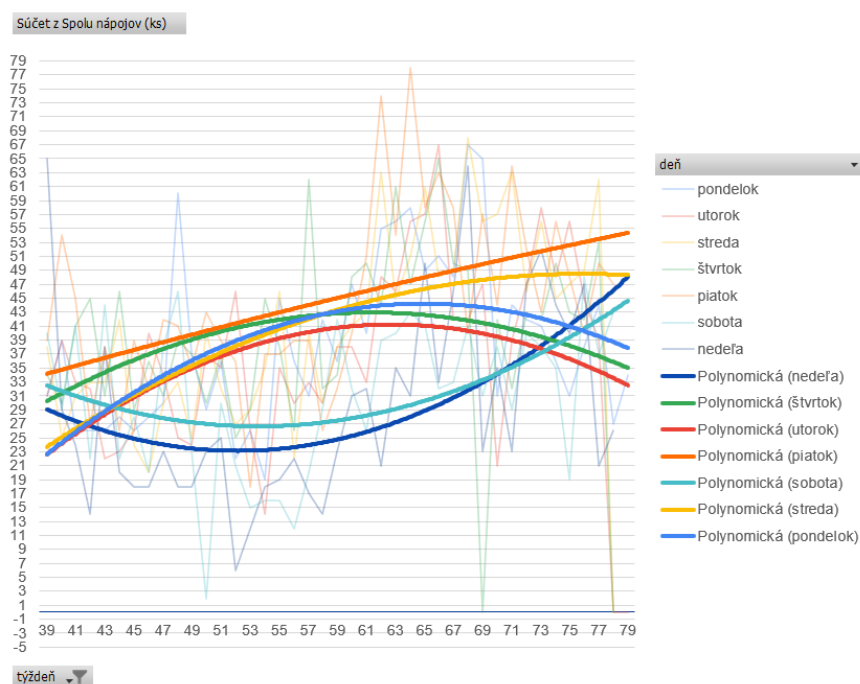
2.3.8 Nedeľa

Do týždňa 39 bola kaviareň, každú nedeľu, zatvorená. Prvý deň otvorenia síce boli predaje vysoké ale bol to len výnimočný stav. Počty predaných kusov nápojov od tohto bodu boli len nižšie a priblížili sa k tomuto stavu iba raz, v týždni 68.



Graf 8: Predaje v nedeľu (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Z grafu 1 je vidieť, že predaje v tento deň sa držali dlhú dobu dole a až v týždni 69 začali prekonávať predaje v iných dňoch. Graf je však skreslený faktom, že podnik dlho, v tento deň, nebýval prístupný zákazníkom. Vytvorila som preto ďalší graf, v ktorom výsledky, ktoré vznikli pred týždňom 39, nie sú zahrnuté. Tým pádom, v grafe 9 je lepšie zachytený vývoj predajov v nedeľu v porovnaní s ostatnými dňami.



Graf 9: Predaje vo všetky dni týždňa od týždňa 39 (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Ako som už spomínala, prvý deň otvorenia mal markantne vyššie predaje ako ostatné dni v tejto dobe. Obchody však začali výrazne klesať a boli najhoršími z pomedzi všetkých

dni týždňa. Zmena prišla v týždni 73, od ktorého sa predaje stali priemernými. Znamená to, že posledné zaznamenané vianočné sviatky mali priaznivý vplyv na počty zákazníkov navštevujúcich túto kaviareň.

2.4 Korelácia

V tejto analýze som sa zamerala na zistenie spojitostí medzi predajmi nápojov v kaviarni a počasím v meste. Pre výpočet som si vybrala ako nezávislé premenné priemernú teplotu, priemernú teplotu zmenu, úhrn zrážok a úhrn zrážok zmenu. Ako závislé premenné som zvolila zmeny v predajoch jednotlivých sledovaných nápojov, spolu koľko sa predalo nápojov a aj zmenu v tomto celkovom počte.

Pri premenných, slovo zmena značí, že v danom stĺpci boli údaje dopyčované, ako rozdiel medzi údajom v predchádzajúcom stĺpci v tomto riadku a údajom o riadok vyššie. V programe MS Excel bola tým pádom, pre príklad, v bunke E5 napísaná funkcia =D5-D4.

Výsledky analýzy sú zaznamenané v tabuľke 2. Najvyššia hodnota korelačného koeficientu je -0,087603 a bola dosiahnutá pri výpočte vplyvu zmeny úhrnu zrážok na zmenu v predaji nápoja Flat white. Aj keď je toto číslo najvyššie dosiahnuté, dokazuje, že korelácia je veľmi slabá.

Tabuľka 2: Hodnoty korelačných koeficientov (Zdroj: Vlastné spracovanie)

	Korelace mlieko + počasie Označ. korelace jsou významné na hlad. $p < ,05000$ N=548 (Celé případy vynechány u ChD)			
	Priemerná Teplota	Priemerná Teplota zmena	Úhrn Zrážok	Úhrn Zrážok zmena
Cappuccino zmena	0,004960	-0,017180	-0,019062	0,001916
Latté zmena	0,003007	0,011001	-0,030219	-0,004668
Flat White zmena	0,004302	-0,023788	-0,054014	-0,087603
Macchiato zmena	0,005383	0,015098	0,025682	0,071920
Horúca Čokoláca zmena	-0,002811	-0,014912	-0,007159	-0,003729
Babyccino zmena	-0,007938	0,008555	0,020889	-0,041207
Kakao zmena	0,013434	0,041862	0,026039	0,017702
Dirty Chai Latté zmena	0,007492	-0,003557	0,005051	0,007067
Special Latté zmena	0,005135	-0,008017	0,009793	-0,002599
Spolu nápojov	0,004189	-0,017513	-0,025672	-0,008274
Spolu nápojov zmena	-0,013292	-0,006432	-0,019371	0,010365

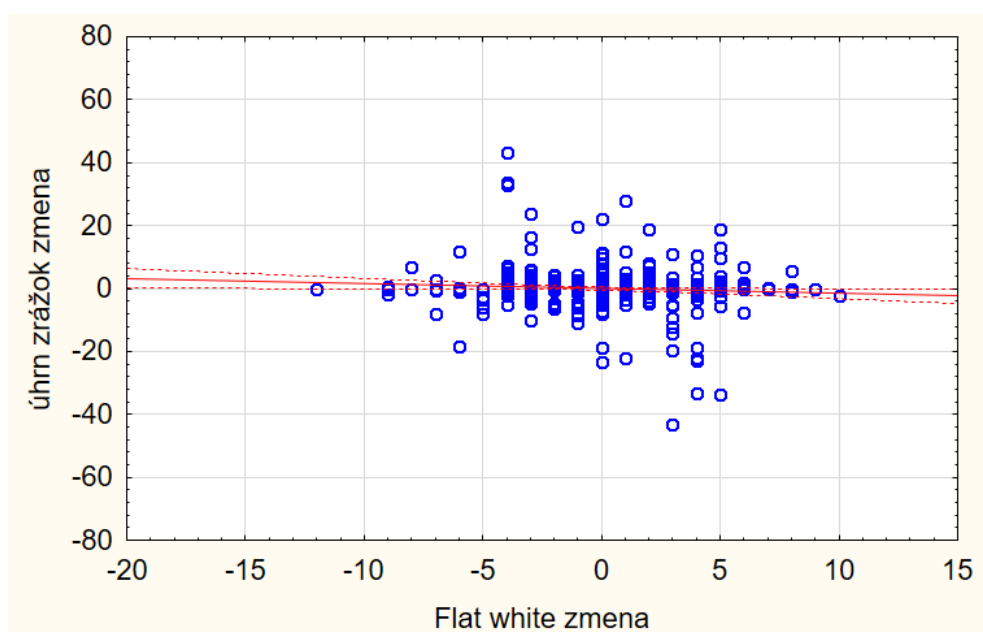
Fakt, že priemerná teplota, úhrn zrážok a ani ich zmeny neovplyvňujú zmeny v predajoch nápojov naznačuje, že kaviareň ešte nie je otvorená dostatočný čas na to, aby mala

ustálené predaje a aby mohli vonkajšie vplyvy markantne pôsobiť na správanie zákazníkov. Predajňa ešte nedosiahla svoj potenciál a tak sú tieto výsledky skreslené prirodzeným rastom predajov novootvorenej kaviarne. Predpokladám teda, že táto analýza bude mať prínosnejšie výsledky v neskorom období, keď sa predaje ustália.

2.4.1 Grafické vyobrazenie

V nasledujúcom grafe 10 môžeme vidieť graficky vyobrazené body, ktoré reprezentujú dvojice údajov zachytené v dvojrozmernom súradnicovom systéme.

Jedná sa o dvojice údajov z množiny úhrn zrážok zmena a z flat white zmena. Medzi týmito dvomi súbormi bola zaznamenaná najvyššia hodnota korelácie.



Graf 10: Bodový graf korelácie (Zdroj: Vlastné spracovanie)

2.5 Regresná analýzy

V tejto časti práce som sa pomocou regresnej analýzy snažila nájsť najvhodnejšiu funkciu k predpovedaniu budúceho vývoja predajov nápojov v kaviarni Vlněna. Tieto funkcie budú neskôr podkladom pre aplikáciu, na základe ktorej si bude môcť firma spresňovať objemy nákupov mlieka.

Analýzu som uskutočnila v programe Microsoft Excel. Tento program je veľmi populárny a využívajú ho aj v podniku Vlněna. Celkovo vo firme Rebelbean je využívaný

na riadenie zásob, predajov a ako nástroj podpory manažmentu. Považujem teda Microsoft Excel za vyhovujúci výber, keďže s ním vedľa vo firme pracovať.

2.5.1 Postup

Prvým krokom bolo čistenie dát poskytnutých prevádzkou kaviarne. Výsledky regresnej analýzy mohli byť niektorými faktormi negatívne ovplyvnené. Príkladom je, že kaviareň bola každú nedeľu uzatvorená až do týždňa 39. Tým pádom boli v tieto dni v dátach nulové predaje. Tieto dni som preklenula aritmetickým priemerom medzi predchádzajúcim a nasledujúcim dňom.

Nachádzali sa tu aj dlhšie obdobia bez predajov, ktoré boli ovplyvnené Vianocami. Kaviareň bola počas vianočných sviatkov v roku 2018 zatvorená a tak deväť dní nemali žiadne predaje. Toto obdobie som odstránila zo záznamu. Rovnako aj pri úvodom otvorení podniku, niekoľko dní nemali žiadne tržby a tak som tieto dni zmazala.

Upravená údaje som si nechala graficky vykresliť pomocou stĺpcových grafov pre každý nápoj zvlášť. Na osi X sa nachádza údaj o tom, o koľký deň v poradí sa jedná. Na osi Y sa nachádza počet predaných nápojov daného druhu ten deň.

Pomocou vstavanej funkcie programu Microsoft Excel, som si dala pridať trendovú spojnicu do grafov. V jej nastavenia som si následne zvolila akým druhom funkcie ju chcem preložiť. Pri všetkých som za najvhodnejšie uznala polynomicke funkcie tretieho alebo štvrtého stupňa.

Program Microsoft Excel vo formátovaní trendovej spojnice ponúka možnosť zobrazenia rovnice. Výsledok je však zaokrúhlený a tak bola táto forma nepoužiteľná v ďalších výpočtoch kvôli nepresnosti.

Presné zápisy polynomických funkcií som získala pomocou vstavanej funkcie programu Microsoft Excel LINEST. Pomocou metódy najmenších štvorcov vypočítava priebeh priamky, ktorá najlepšie zodpovedá daným údajom. Vracia pole popisujúce túto priamku. Funkcia LINEST môže byť kombinovaná aj s inými funkciami a tak vypočítať údaje pre polynomicnú radu. Takto som získala presný zápis všetkých členov funkcie.

Posledným krokom tejto analýzy bolo zistenie koeficientu determinácie. Tiež mohol byť vypísaný pomocou formátovania trendovej spojnice, ale aj on bol skreslený zaokrúhľovaním. Použila som na výpočet na to určený vzorec.

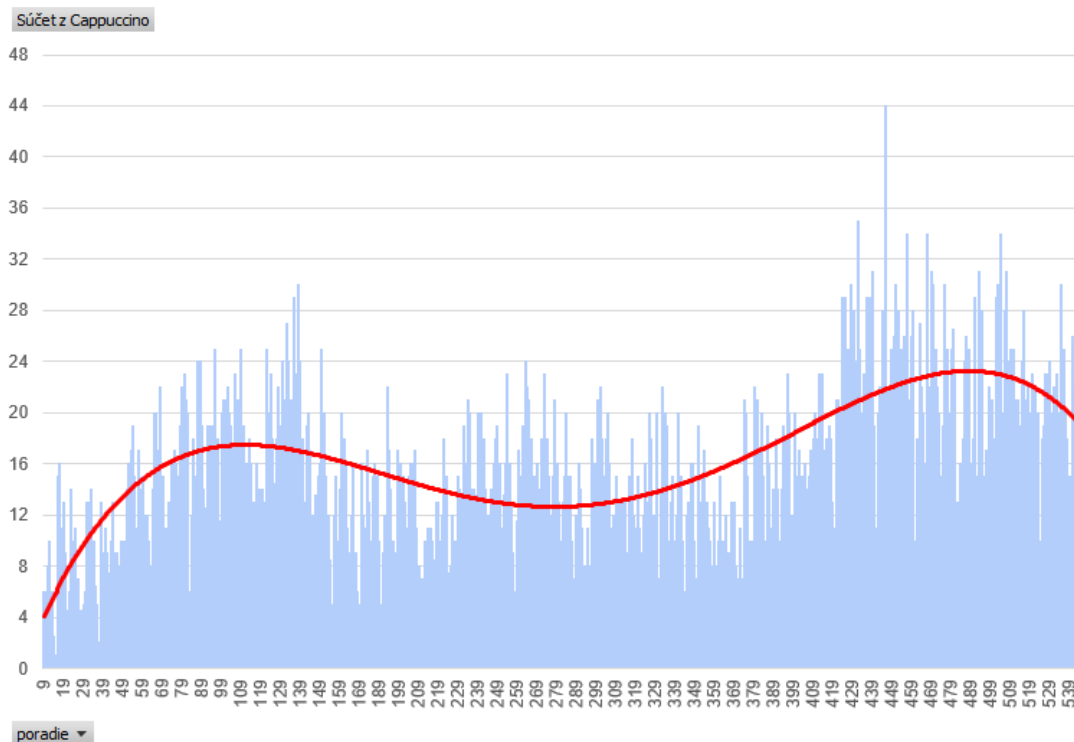
2.5.2 Regresná funkcia pre cappuccino

Prvý predaný kus tohto nápoja bol zaznamenaný dňa 9.7.2018, čo je deviaty deň v poradí. Predchádzajúce dni som nezobrala do úvahy pre výpočet tejto funkcie. Tento nápoj mal zo všetkých v priemere najvyššie dosiahnuté predaje.

Regresná funkcia s členmi zaokrúhlenými na tri desatinné miesta má tvar:

$$y = -5,863E - 09x^4 + 6,849E - 06x^3 - 0,003x^2 + 0,356x + 1,275$$

Koeficient determinácie má hodnotu 0,599.



Graf 11: Regresná funkcia pre cappuccino (Zdroj: Vlastné spracovanie)

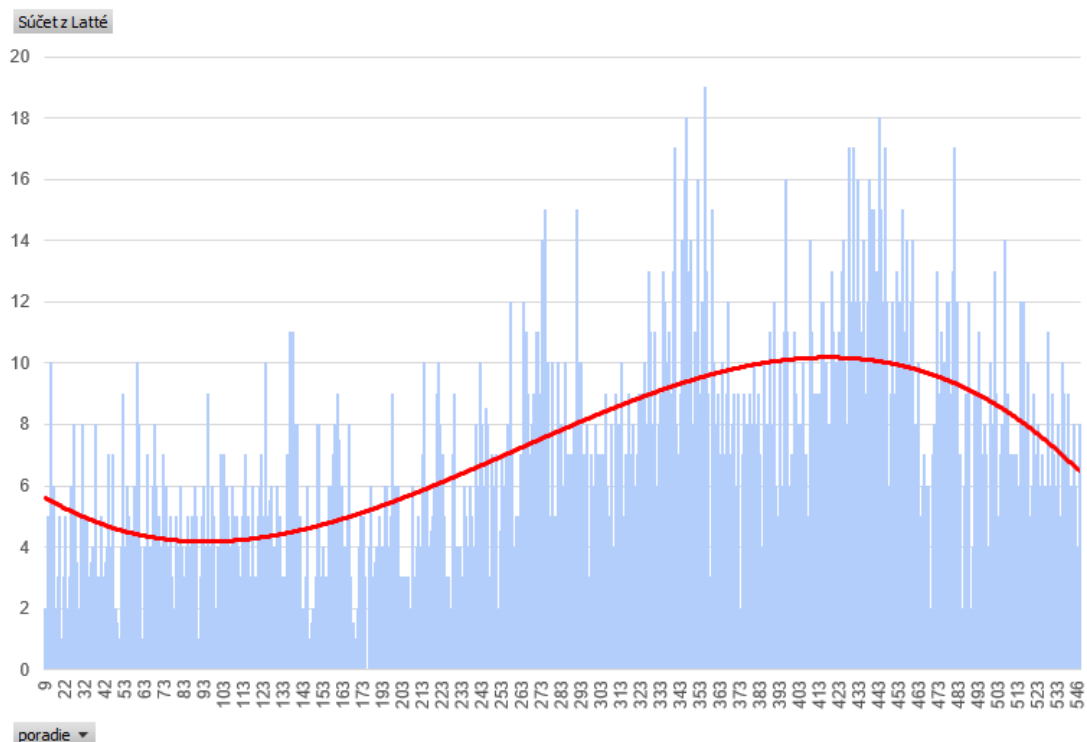
2.5.3 Regresná funkcia pre latté

Úpravy dát pri tomto dátovom súbore boli obdobné ako pri predchádzajúcom. Začiatkový deň predaja bol deviaty v poradí. Ďalšie anomálie sa v súbore nenachádzali.

Regresná funkcia s členmi zaokrúhlenými na tri desatinné miesta má tvar:

$$y = -3,644E - 07x^3 + 2,815E - 04x^2 - 4,45E - 02x + 6,153$$

Koeficient determinácie má hodnotu 0,609.



Graf 12: Regresná funkcia pre latté (Zdroj: Vlastné spracovanie)

2.5.4 Regresná funkcia pre flat white

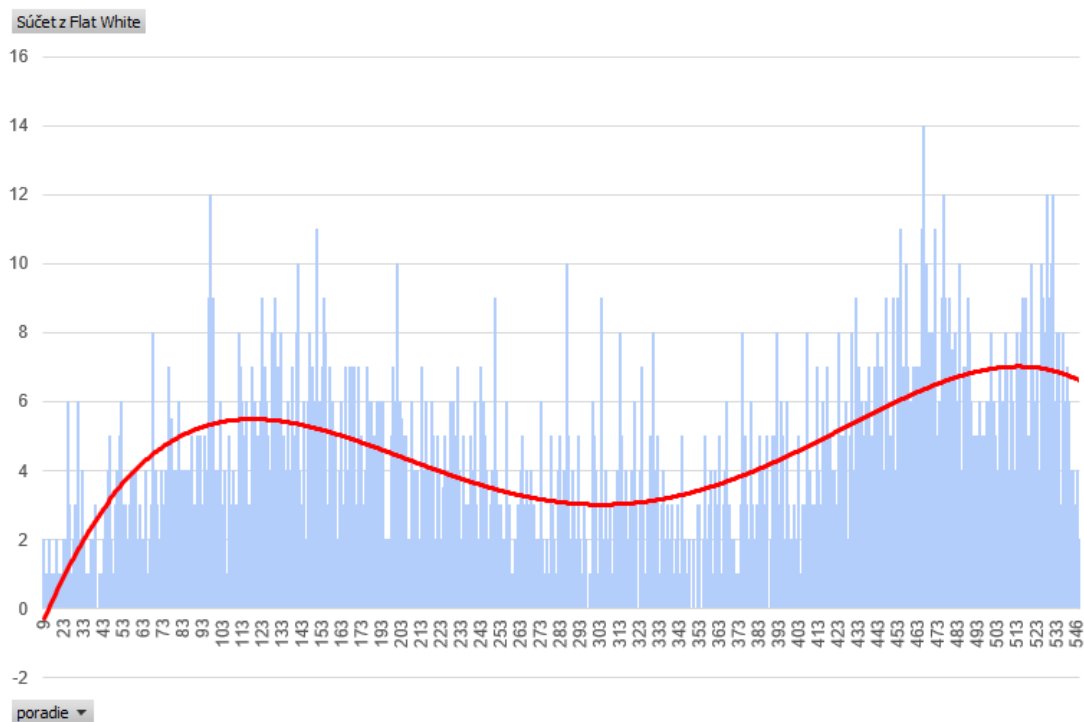
Funkcia pre nápoj flat white sa vypočítava opäť od deviateho dňa.

Pre tento dátový súbor som vybrala polynomicnú funkciu štvrtého stupňa, keďže popisovala najlepšie priebeh.

Regresná funkcia s členmi zaokrúhlenými na tri desatinné miesta má tvar:

$$y = -2,054E - 09x^4 + 2,573E - 06x^3 - 1,047E - 03x^2 + 0,155x - 2,023$$

Koeficient determinácie má hodnotu 0,659.



Graf 13: Regresná funkcia pre flat white (Zdroj: Vlastné spracovanie)

2.5.5 Regresná funkcia pre macchiato

Predaj tohto nápoja sa začal neskôr ako predaj predchádzajúcich troch. Prvý predaj macchiata bol zaznamenaný 21.10.2018, čo je deň 113. S dátami z pred tohto dátumu som v regresnej analýze nepočítala.

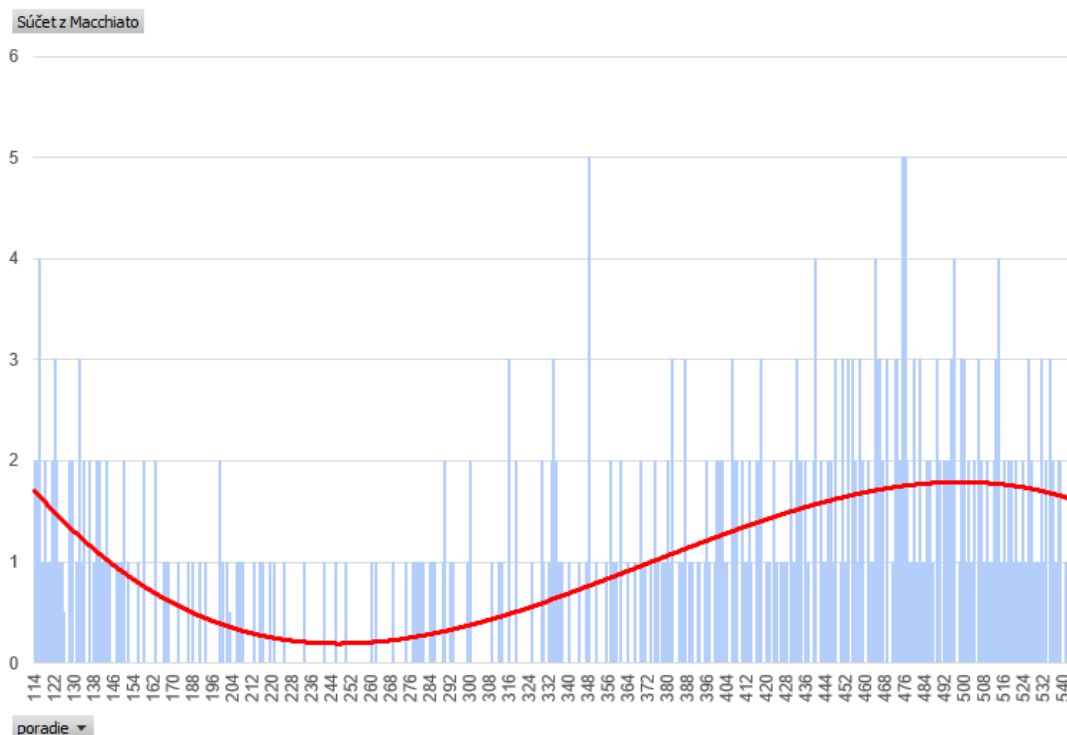
Priemerne sa predaje pohybujú pomerne nízko v porovnaní s predchádzajúcimi položkami.

Má druhý najmenší podiel mlieka zo všetkých skúmaných nápojov. Neovplyvňuje teda veľkou mierou celkový objem potrebného mlieka na obdobie.

Regresná funkcia s členmi zaokrúhlenými na tri desatinné miesta má tvar:

$$y = -1,787E - 07x^3 + 1,993E - 04x^2 - 6,5E - 02x + 6,783$$

Koeficient determinácie má hodnotu 0,697.



Graf 14: Regresná funkcia pre macchiato (Zdroj: Vlastné spracovanie)

2.5.6 Regresná funkcia pre horúcu čokoládu

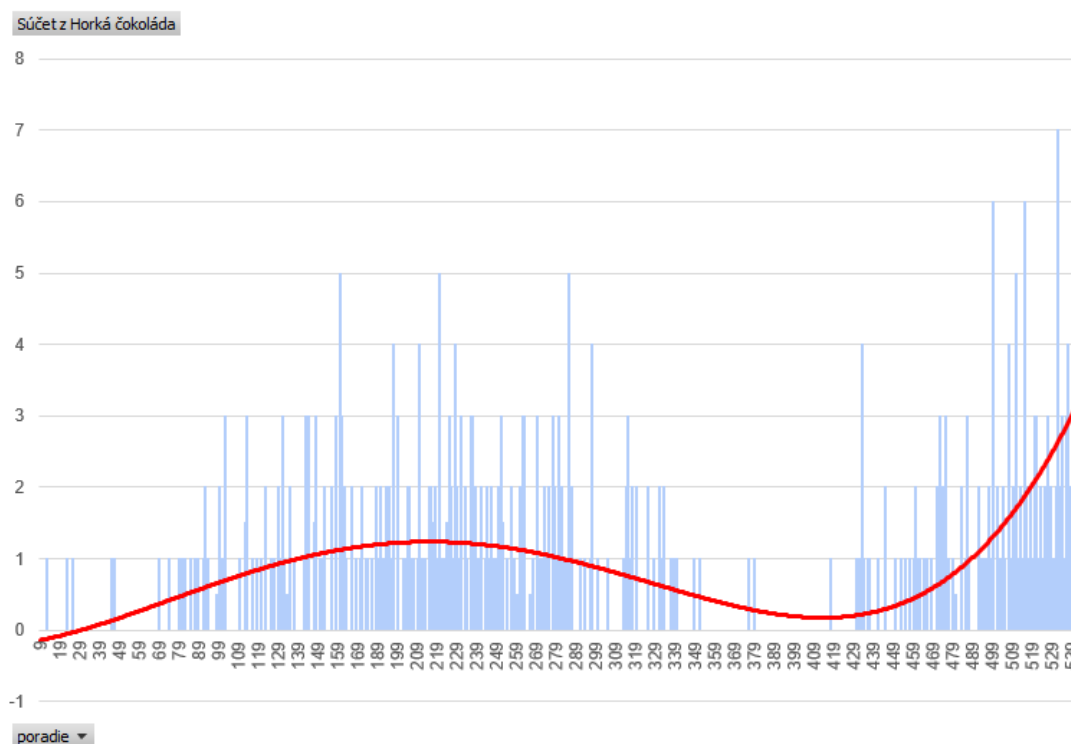
Predaje sa začali ako aj pri prvých nápojoch v deviaty deň poradia.

V grafe je viditeľné, že predaje sa pohybujú vo vlnách. Sú obdobia, keď klesajú na minimum. Tieto fázy som z výpočtu neodstránila, lebo sú prirodzené a nie sú spôsobené núteným zatvorením podniku.

Regresná funkcia s členmi zaokrúhlenými na tri desatinné miesta má tvar:

$$y = 4,94E - 10x^4 - 3,806E - 07x^3 + 5,944E - 05x^2 + 6,627E - 03x - 0,239$$

Koeficient determinácie má hodnotu 0,717.



Graf 15: Regresná funkcia pre horúcu čokoládu (Zdroj: Vlastné spracovanie)

2.5.7 Regresná funkcia pre babyccino

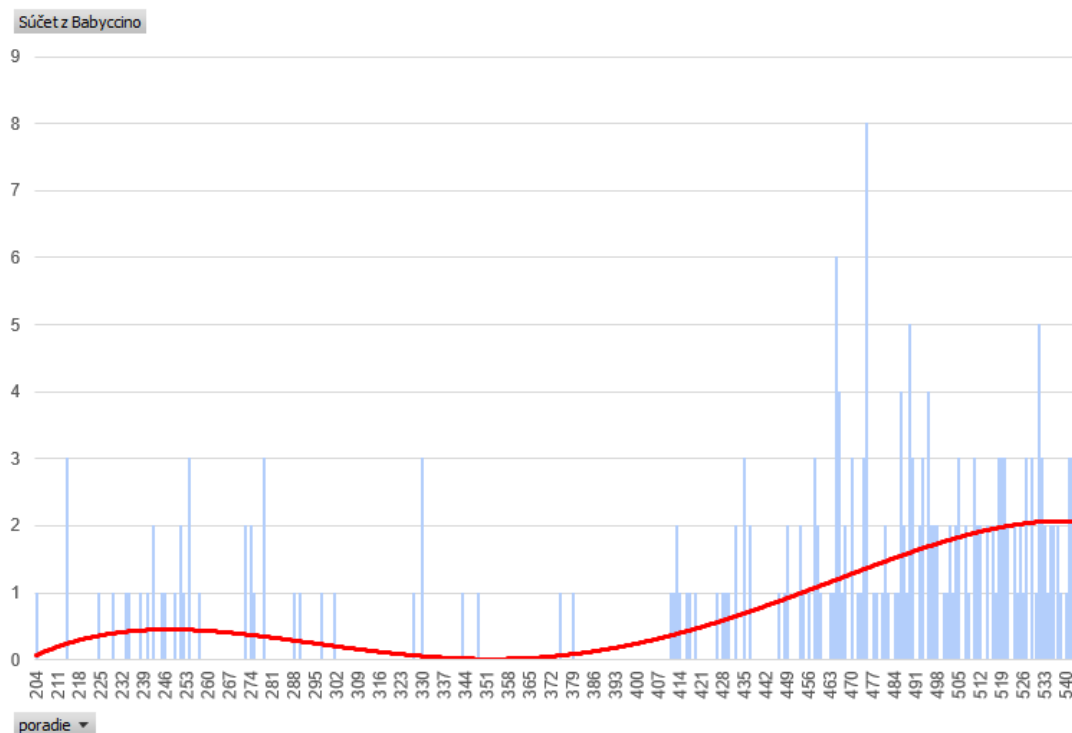
Nápoj babyccino bol pridaný do ponuky pól roka po otvorení kaviarne. Prvý deň s predajom bol deň 204.

Po deň 410 bol počet predaných nápojov veľmi nízky. Preto krivka v jednom bode dosahuje skoro nulové hodnoty.

Regresná funkcia s členmi zaokrúhlenými na tri desatinné miesta má tvar:

$$y = -2,26E - 09x^4 + 3,439E - 06x^3 - 1,861E - 03x^2 + 0,426x - 34,666$$

Koeficient determinácie má hodnotu 0,66.



Graf 16: Regresná funkcia pre babyccino (Zdroj: Vlastné spracovanie)

2.5.8 Regresná funkcia pre kakao

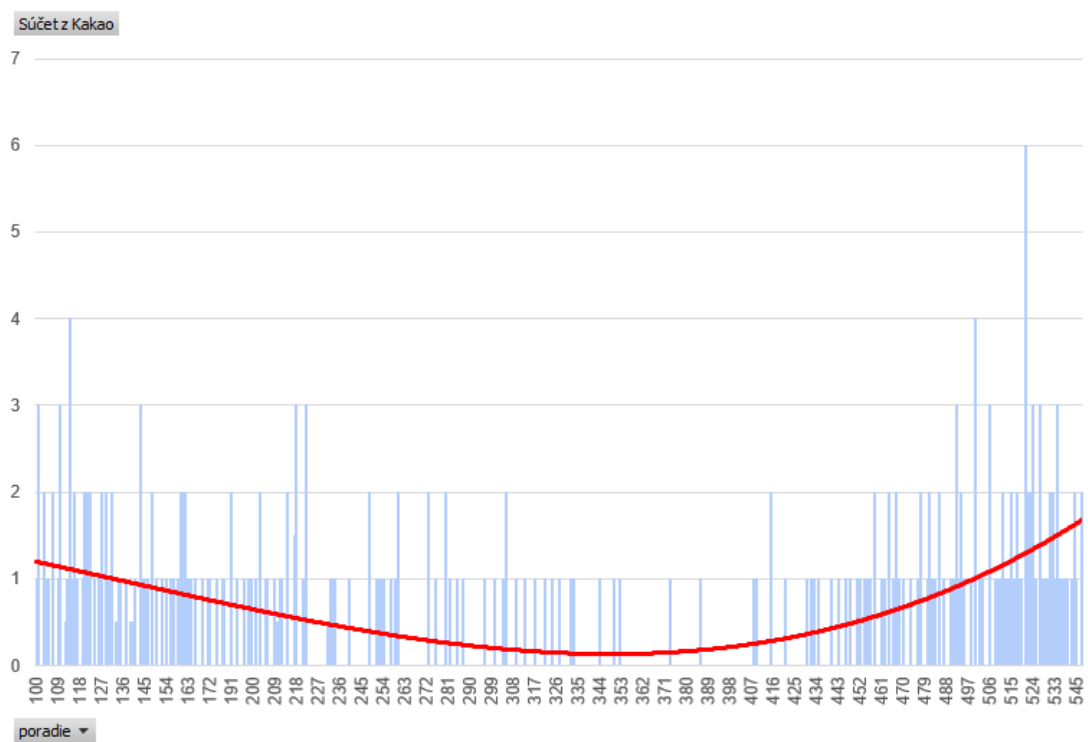
Polynomicnú funkciu pre tento nápoj som vypočítavala z údajov od dňa 100.

Kakao je položka s najnižšími predajmi za sledované obdobie z pozorovaných nápojov. Krivka funkcie tak neprekonáva v danom období hodnotu 2. Aj u kakaa nastali fázy, kde neboli žiadne predaje niekoľko po sebe idúcich dní. Boli zarátané do výpočtu, lebo boli opäť výsledkom prirodzeného vývoja.

Regresná funkcia s členmi zaokrúhlenými na tri desatinné miesta má tvar:

$$y = 5,265E - 08x^3 - 2,53E - 05x^2 - 1,584E - 03x + 1,537$$

Koeficient determinácie má hodnotu 0,773.



Graf 17: Regresná funkcia pre kakao (Zdroj: Vlastné spracovanie)

3 VLASTNÝ NÁVRH RIEŠENIA

V tejto kapitole bakalárskej práce som sa zamerala na vývoj softwareovej aplikácie pre podnik. K tomu som využila doteraz zistené skutočnosti a doplnila ich regresnou analýzou predaja jednotlivých nápojov.

Chcela som vytvoriť aplikáciu, ktorú by mohli využívať, k optimalizácii nákupov mlieka pre kaviareň Vlněna. Chcela som aby aplikácia poskytovala čo najviac možnej voľnosti pri zadávaní vstupných dát, aby mala čo najširšie využitie.

3.1 Aplikácia a zdrojový kód

Aplikácia sa nachádza v súbore vytvorenom v programe Microsoft Excel. Zdrojový kód je napísaný v jazyku Visual Basic for Applications.

3.1.1. Úvod aplikácie

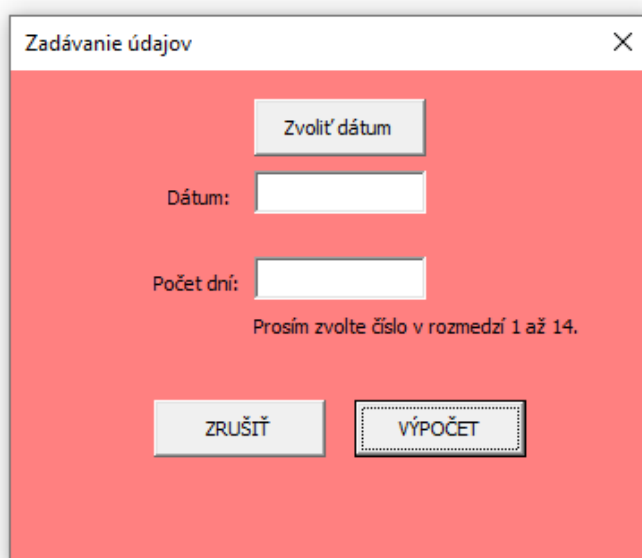
Na prvom liste zošita sa nachádzajú dve tlačidlá a bunky na zapísanie odpovedí, ako je možné vidieť na obrázku 9. Je naformátovaný tak, aby bol čo najjednoduchší na použitie a intuitívny.

Spustiť predpoveď	
Od dňa:	
Počet dní:	
Predpokladaný počet predaných kusov nápojov:	Predpokladaný objem potrebného mlieka (v litroch):
Cappuccino	
Latté	
Flat White	
Macchiato	
Horká čokoláda	
Babyccino	
Kakao	
Spolu: _____	
Vyčistiť	

Obrázok 9: Úvodná strana programu (Zdroj: Vlastné spracovanie)

3.1.2 Zadávanie údajov

Do buniek nie je potrebné nič zapisovať. Všetky potrebné informácie sa vkladajú cez formulár, ktorý sa spúšťa stlačením tlačidla „Spustiť predpoveď“. Zobrazí sa okno, ktoré je vidieť na obrázku 10. Požaduje vloženie dvoch informácií a to dátumu, od ktorého sa bude predpoveď vypočítavať, a počet dní, na koľko sa to bude vzťahovať.



Zadávanie údajov

Zvoliť dátum

Dátum:

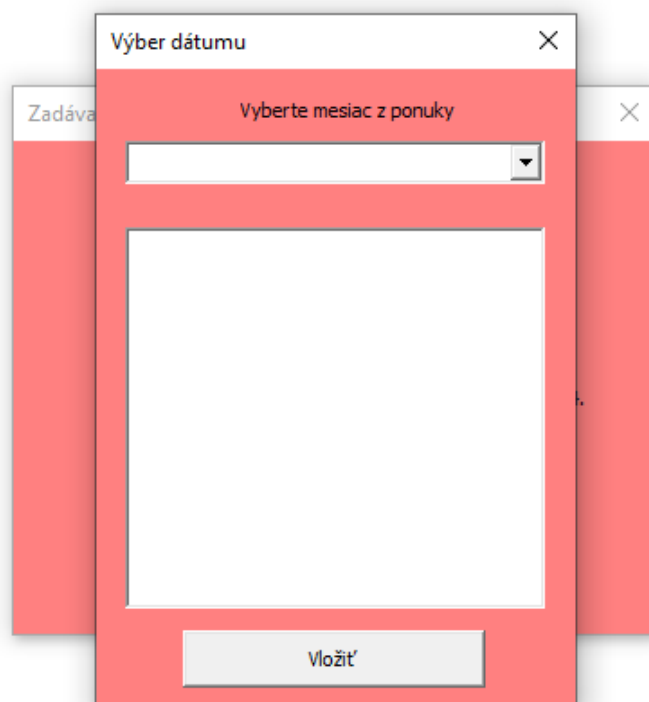
Počet dní:

Prosím zvolte číslo v rozmedzí 1 až 14.

ZRUŠIŤ VÝPOČET

Obrázok 10: Hlavný formulár nevyplnený (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Na zadávanie dátumu je zvlášť pripravený formulár, z dôvodu väčšej presnosti. Nedochádza ku chybám, kvôli zle zadanému formátu alebo dátumu, s ktorým program nie je pripravený počítat'. Po kliknutí na tlačidlo „Zvoliť dátum“ sa objaví okno viditeľné na obrázku 11.



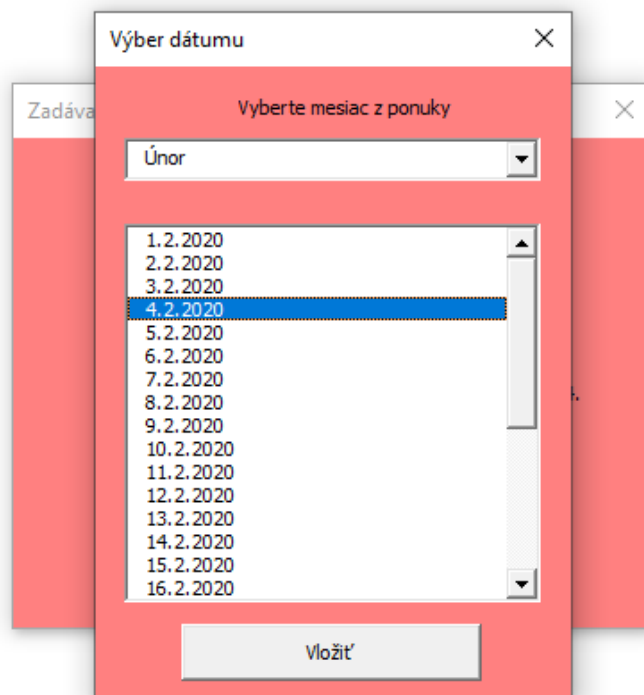
Obrázok 11: Formulár na výber dátumu (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Užívateľ si najprv vyberá z ponuky mesiacov, ktoré sa pri inicializácii do výberového poľa na vrchu formulára načítajú.

```
Private Sub UserForm_Initialize()
    UserForm2.ListBox1.Clear
    ComboBox1.List = Array("Leden", "Únor", "Březen", "Duben", "Květen", "Červen", "Červenec", "Srpen", "Září", "Říjen", "Listopad", "Prosinec")
End Sub
```

Obrázok 12: Zdrojový kód inicializácie výberového poľa (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Po výbere mesiaca sa do textového poľa načítajú jednotlivé dátumy, ktoré sem spadajú. Načítajú sa zo zoznamu, ktorý sa nachádza na druhom liste zošita s názvom „číselník“. Každý dátum zo stĺpca A tu má v stĺpci B svoje poradové číslo, ktoré sa využíva ako premenná X vo výpočtoch.



Obrázok 13: Formulár na výber dátumu (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Keď program zaznamená zmenu vo výberovom poli, spustí sa načítavanie dátumov do textového poľa.

Dátumy sa vyhľadávajú pre každú možnosť zvlášť pomocou funkcie CASE. V nej sa nachádza cyklus FOR. V stĺpci A sa vyhľadáva znak bodky. Po tomto nasleduje podmienka IF, kde sa porovnáva pomocou niekoľkých funkcií, či nasledujúce dva znaky zodpovedajú danému mesiacu.

Na obrázku 14 môžeme vidieť takéto porovnanie pre prvé dva mesiace roku. V prvom mesiaci teda hľadáme zhodu so znakmi „1.“. Pre desiaty až dvanásť mesiac sa hľadajú zhody s číslami 10 až 12, bez znaku bodky.

```

Private Sub ComboBox1_Change()
UserForm2.ListBox1.Clear

Dim mesiac As String, i As Integer, pocetm As Byte
mesiac = UserForm2.ComboBox1.Text
i = 1
Dim ws As Worksheet, Najdiznak, MyPos

Set ws = Worksheets("Číselník")
UserForm2.ListBox1.Clear
UserForm2.ListBox1.ColumnCount = 1
Najdiznak = "."
Dim datum As String
Select Case mesiac

Case "Leden"
For i = 1 To 400

    datum = Format(ws.Cells(i, 1).Value)
    MyPos = InStr(1, datum, Najdiznak, 1) + 1

    If Right(Left(datum, MyPos + 1), 2) = "1." Then
        ListBox1.AddItem datum

    End If
Next i

Case "Únor"
For i = 1 To 400

    datum = Format(ws.Cells(i, 1).Value)
    MyPos = InStr(1, datum, Najdiznak, 1) + 1

    If Right(Left(datum, MyPos + 1), 2) = "2." Then
        ListBox1.AddItem datum

    End If
Next i

```

Obrázok 14: Zdrojový kód pre vloženie dátumov do textového poľa (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Po vybratí dátumu z ponuky, sa klikne sa tlačidlo „Vložiť“. Spôsobí zápis vložených údajov do úvodného formulára. Vybratý dátum sa nedá zmazať a zmeniť sa dá len opätovným spustením okna na jeho výber.

```

Private Sub CommandButton1_Click()
Dim datum As String, datumzbunky As String, ws As Worksheet, i As Integer
UserForm1.TextBox1.Value = CStr(UserForm2.ListBox1.Text)
Set ws = Worksheets("číselník")
datum = CStr(UserForm2.ListBox1.Text)

i = 0

For i = 1 To 400
    datumzbunky = Format(ws.Cells(i, 1).Value)
    If datumzbunky = datum Then
        UserForm1.Label13.Caption = ws.Cells(i, 2).Value
    End If
Next i

UserForm2.Hide
End Sub

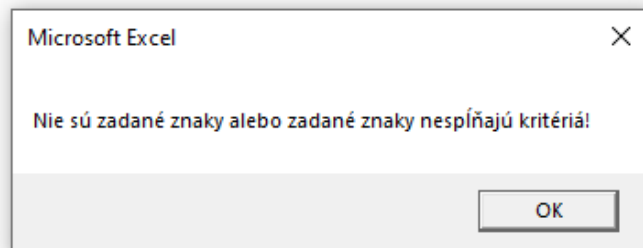
```

Obrázok 15: Zdrojový kód pre vloženie dátumu (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Po úspešnom zvolení je potrebné zadať počet dní, na koľko chceme predpovedanú spotrebu mlieka. Ak užívateľ vloží číslo jedna, výpočet sa uskutoční pre deň, ktorého dátum je zvolený.

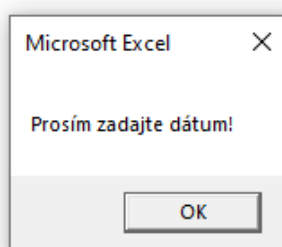
Obrázok 16: Hlavný formulár vyplnený (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Do textového poľa, kam sa vkladá počet dní, je možné zapísať len čísla v rozmedzí 1 až 14. Pri vložení iných znakov, program oznámi užívateľovi chybu po stlačení tlačidla „Výpočet“.



Obrázok 17: Chybové hlásenie 1 (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Podobný proces prebieha pri nenaplnení textového poľa, kde sa očakáva dátum. Výpočet teda nie je možné spustiť, ak tieto dve kritériá nie sú splnené.



Obrázok 18: Chybové hlásenie 2 (Zdroj: Vlastné spracovanie)

3.1.3 Výpočet

Kontrola týchto podmienok prebieha v kóde, ktorý sa spúšťa pri kliknutí na tlačidlo. Ak predpoklady nie sú splnené, nedochádza k žiadnym ďalším výpočtom.

```
Private Sub CommandButton2_Click()
Dim cislo As Variant
cislo = UserForm1.TextBox2.Text
den = UserForm1.Label3.Caption
Dim cappuccino As Double, latte As Double, flatwhite As Double, macchiato As Double
Dim horkacokolada As Double, babyccino As Double, kakao As Double, mlieko As Double
Dim y As Double

If IsNumeric(cislo) = True And cislo < 15 And cislo > 0 Then

    If UserForm1.TextBox1.Text <> "" Then

    Else
        MsgBox ("Prosím zadajte dátum!")
        Exit Sub
    End If

Else
    MsgBox ("Nie sú zadane znaky alebo zadane znaky nespĺňajú kritériá!")
    Exit Sub
End If
```

Obrázok 19: Zdrojový kód pre kontrolu vstupu pri výpočte (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Ak dáta prejdú týmto krokom úspešne, nasleduje výpočet. Nadefinujú sa premenné na hodnotu 0 a tak vstupujú do cyklu DO UNTIL.

Pre každý nápoj je zvlášť vypočítaná polynomickeá funkcia, ktorá vyšla počas regresnej analýzy. Výsledok predstavuje predpokladaný počet predaných kusov za deň. Preto sú výsledky zaokrúhlené na celé čísla. Ako premennú X, program berie poradové číslo dátumu, ktoré má tu názov „den“.

Cyklus je založený na podmienke, či sa premenná „cisko“ rovná 0. Táto premenná má hodnotu, ktorá bola zadaná ako počet dní. Každým prechodom cyklom sa toto číslo zmenší o 1 a premenná „den“ sa o 1 zvýši.

```

cappuccino = 0
latte = 0
flatwhite = 0
macchiato = 0
horkacokolada = 0
babyccino = 0
kakao = 0

Range("D7").Value = UserForm1.TextBox1.Text
Range("D8").Value = cisko

Do Until cisko = 0

y = Round(-5.86280634301228E-09 * (den ^ 4) + 6.84941936943926E-06 * (den ^ 3) - 2.58305571830334E-03 * (den ^ 2) + 0.355608315163429 * den + 1.27522339424196, 0)
cappuccino = cappuccino + y
y = Round(-3.64351558840063E-07 * (den ^ 3) + 2.81530422792673E-04 * (den ^ 2) - 0.044498998183846 * den + 6.15333168914509, 0)
latte = latte + y
y = Round(-2.05357464842773E-09 * (den ^ 4) + 2.57258439758835E-06 * (den ^ 3) - 1.04704342483112E-03 * (den ^ 2) + 0.154954402449181 * den - 2.02252395289698, 0)
flatwhite = flatwhite + y
y = Round(-1.78657071238221E-07 * (den ^ 3) + 1.99341969532412E-04 * (den ^ 2) - 6.50041948065181E-02 * den + 6.78329115161934, 0)
macchiato = macchiato + y
y = Round(4.94018696641833E-10 * (den ^ 4) - 3.80628892816224E-07 * (den ^ 3) + 5.94421501452906E-05 * (den ^ 2) + 6.62680813591216E-03 * den - 0.239116111153107, 0)
horkacokolada = horkacokolada + y
y = Round(-2.25990108104273E-09 * (den ^ 4) + 3.43884833029366E-06 * (den ^ 3) - 1.86082792844406E-03 * (den ^ 2) + 0.426030109740139 * den - 34.6663040879303, 0)
babyccino = babyccino + y
y = Round(5.2652260949866E-08 * (den ^ 3) - 2.53007114120649E-05 * (den ^ 2) - 1.58376301917423E-03 * den + 1.53719554939546, 0)
kakao = kakao + y

cisko = cisko - 1
den = den + 1

Loop

```

Obrázok 20: Zdrojový kód pre výpočet (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Po ukončení cyklu sa výsledky zapisujú do úvodnej strany programu. Najprv sa zapisujú predpokladané počty predaných nápojov. Následne sa všetky spočítajú a uvedú sa ako celkový súčet.

Počty sa potom vynásobia odpovedajúcimi objemami mlieka nutný na prípravu. Objemy sú v jednotkách litrov. Výsledné hodnoty sa zapíšu do úvodnej strany a tiež sa vypočíta celkový predpokladaný objem potrebného mlieka.

Posledným krokom je schovanie formulára.

```

Range("E12").Value = cappuccino
Range("E13").Value = latte
Range("E14").Value = flatwhite
Range("E15").Value = macchiato
Range("E16").Value = horkacokolada
Range("E17").Value = babyccino
Range("E18").Value = kakao

mlieko = cappuccino + latte + flatwhite + macchiato + horkacokolada + babyccino + kakao
Range("E19").Value = mlieko

cappuccino = Round(cappuccino * 0.17, 2)
latte = Round(latte * 0.27, 2)
flatwhite = Round(flatwhite * 0.14, 2)
macchiato = Round(macchiato * 0.07, 2)
horkacokolada = Round(horkacokolada * 0.15, 2)
babyccino = Round(babyccino * 0.05, 2)
kakao = Round(kakao * 0.15, 2)
Range("G12").Value = cappuccino
Range("G13").Value = latte
Range("G14").Value = flatwhite
Range("G15").Value = macchiato
Range("G16").Value = horkacokolada
Range("G17").Value = babyccino
Range("G18").Value = kakao

mlieko = cappuccino + latte + flatwhite + macchiato + horkacokolada + babyccino + kakao
Range("G19").Value = mlieko

UserForm1.Hide
End Sub

```

Obrázok 21: Zdrojový kód pre zápis výsledkov výpočtu (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Po úspešnom ukončení programu sa užívateľovi zobrazí vyplnená úvodná strana. Tá je vyobrazená na obrázku 22. Dajú sa z nej zistiť všetky potrebné informácie k optimalizácii nákupov mlieka na nasledujúce dni.

Spustiť predpoveď		
Od dňa:	4.2.2020	
Počet dní:	3	
	Predpokladaný počet predaných kusov nápojov:	Predpokladaný objem potrebného mlieka (v litroch):
Cappuccino	31	5,27
Latté	12	3,24
Flat White	15	2,1
Macchiato	3	0,21
Horká čokoláda	17	2,55
Babyccino	6	0,3
Kakao	6	0,9
Spolu:	90	14,57
		Vyčistiť

Obrázok 22: Vyplnená úvodná strana programu (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Užívateľ má flexibilitu vo výbere počtu dní, pre výpočet. Toto umožňuje predpoveď spotreby mlieka na dlhšie aj kratšie obdobie. V kaviarni Vlněna vyjadrili záujem o nákup kvalitnejších mliek s nižšou trvanlivosťou do budúcnosti. Je teda na zadávateľovi, akú dlhú predpoveď chce a aké mlieko teda budú nakupovať.

Na úvodnej strane sa na spodku nachádza tlačidlo „Vyčistiť“. Slúži na vymazanie vložených výsledkov a vráti tak stranu do pôvodného stavu.

```
Private Sub CommandButton2_Click()  
Range("D7", "D8").Value = ""  
Range("E12", "G19").Value = ""  
End Sub
```

Obrázok 23: Zdrojový kód pre vyčistenie (Zdroj: Vlastné spracovanie)

3.2 Využívanie

Kaviareň bude môcť aplikáciu využívať pred každým nákupom mlieka, alebo pred rozvrhovaním nákladov pre nasledujúci týždeň. Poskytne pohľad na predpokladaný objem potrebného mlieka.

Na základe týchto údajov budú vedieť, koľko majú zaobstarat' zásob mlieka na nasledujúce obdobie. Možnosťou je nákup väčšieho množstva s rezervou, ale to už aplikácia nepopisuje.

Predpoveď sa dá robiť na jeden deň až dva týždne. V prípade, že kaviareň bude aj naďalej používať mlieko s dlhou dobou trvanlivosti, môžu využívať predikciu raz za týždeň na sedem dní. Ak sa rozhodnú pre nové mlieko s kratšou dobou trvanlivosti, aplikáciu môžu využívať každé dva dni. Samozrejme, podnik sa môže rozhodnúť aj pre iné intervaly používania. Toto je implementované v možnosti slobodného voľenia si počtu dní na predpoveď.

Z výsledkov predikcie sa taktiež dá odhadnúť, aké budú celkové predaje pre nasledujúce obdobie. Predpoveď sa dá vypočítať aj pre minulosť a tak sa dá porovnať s novou predpoveďou, či očakávať pokles alebo nárast oproti historickým dátam. Nejedná sa o presné určenie, ale podniku môže poskytnúť náhľad na to, čo sa dá očakávať.

3.3 Návrhy na budúcu úpravu

Program je nastavený tak, aby spoľahlivo fungoval a ponúkal podniku možnosť presnejších nákupov. Jeho vierohodnosť sa však časom znižuje. Z tohto dôvodu je nutné aplikáciu udržiavať v aktuálnom stave pravidelnými úpravami.

Dôvodom nutnosti takýchto zmien, je fakt, že predaje v kaviarni sa neustále menia. Veľký vplyv má prirodzený rast, ktorý je u tak mladého podniku zo začiatku nepredvídateľný. Ďalším z faktorov je ročné obdobie. Počas niektorých fáz roka sú predaje evidentne vyššie a naopak nastávajú aj obdobia výrazného poklesu predajov. Tento trend sa dá odhaliť až neskôr, keď podnik funguje aspoň dva roky, ideálne viac. Vtedy je možné spolu porovnať priebehy niekoľkých rokov a odhaliť tak opakujúce sa tendencie.

Časom sa regresné funkcie, používané v aplikácii pre výpočet, začnú svojim priebehom odkláňať od skutočného postupu predajov. Všetky využité modely sú zostavené pomocou polynomických funkcií. Na základe ich predpisu, po istej dobe začnú rapídne klesať alebo stúpať. Pre tento dôvod je nutné upravovať funkcie.

Prvým krokom pri úprave, bude zostavenie tabuľky predajov. Ku každému dňu je nutné priradiť poradové číslo. Toto je možné určiť podľa predchádzajúcich výpočtov, kde sa používala rovnaká technika. Prvým dňom, teda deň s poradovým číslom 1, bol 1.7.2018. Naposledy použitým dňom vo výpočte bol 30.12.2019 s číslom 547. Na základe týchto informácií sa dajú odvodiť ďalšie čísla potrebné pre výpočet. Zároveň, v číselníku sú uvedené poradové čísla pre celý rok 2020, ako je zobrazené na obrázku 24.

Kombináciou nových aj starých dát sa získajú dvojice premenných pre každý sledovaný nápoj. Na ich základe by sa vyberal nový regresný model pre popis ich závislosti a priebehu. Kvalitu a presnosť modelu určuje jeho koeficient determinácie značený ako I^2 . Pomocou vstavanej funkcie programu Microsoft Excel LINEST sa dá získať predpis polynomickeho modelu. Do atribútov funkcie sa vpisuje koľký stupeň polynómu vyžadujeme pre výpočet.

V prostredí jazyka Visual Basic for Applications je potrebné vykonať zmenu, aby sa novovytvorené predpisy funkcií začali využívať pre predikciu. Na obrázku 20 je vidieť časť zdrojového kódu, ktorá sa využíva práve pre tento účel. Koeficienty pred premennou , ktorá sa v kóde nazýva „den“, treba prepísať odpovedajúcimi novými koeficientami,

ktoré vznikli pomocou funkcie LINEST. Je potrebné dbať na správne poradie koeficientov a na nápoj, pre ktorý sa zadávajú. Chyba pri zadávaní by spôsobila nesprávne výsledky, alebo by boli výsledky vypísané pre nesprávne nápoje.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	1.1.2020	549									
2	2.1.2020	550									
3	3.1.2020	551									
4	4.1.2020	552									
5	5.1.2020	553									
6	6.1.2020	554									
7	7.1.2020	555									
8	8.1.2020	556									
9	9.1.2020	557									
10	10.1.2020	558									
11	11.1.2020	559									
12	12.1.2020	560									
13	13.1.2020	561									
14	14.1.2020	562									
15	15.1.2020	563									
16	16.1.2020	564									
17	17.1.2020	565									
18	18.1.2020	566									
19	19.1.2020	567									
20	20.1.2020	568									
21	21.1.2020	569									

Obrázok 24: Číselník (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Druhou časťou zmien je práca s číselníkom. Tá sa vyžaduje s každým novým rokom. Mnou vytvorený list obsahuje dátumy od 1.1.2020 až do 31.12.2020. Údaje z číselníku sa využívajú pre zistenie poradového čísla dňa, ktorý si užívateľ aplikácie zvolí ako začiatkový pre predpoveď. Aby sa udržala aplikácia aktualizovanou, je preto nutné dohliadať aj na túto jej časť.

Pri príchode každého ďalšieho roku je zásadné zmeniť dátumy v stĺpci A na aktuálne, teda zodpovedajúce danému nadchádzajúcemu roku. V stĺpci B je nutné zmeniť poradové čísla a to tak, že sa zapíše hodnota posledného poradového čísla zvýšená o jedna ako prvá a každé ďalšie číslo bude o jedna väčšie.

Do číselníku som vložila dátumy roku 2020. Prvým poradovým číslom je 549 a posledným je 914. Pri prvej aktualizácii listu by teda mali byť v stĺpci A údaje nahradené dátumami z roku 2021. Prvým poradovým číslom po tejto zmene bude 915 pre 1.1.2021 a posledným 1279.

Chyba mi mohla nastať pri zabudnutí pripočítania čísla jedna k novému prvému poradovému číslu, alebo keby sa dátumy pridali až za už prítomné. Program by t k do textového poľa načítaval dvojité množstvo dátumov pre prvé dva mesiace. Ďalšie by ignoroval, lebo v kód v cykly CASE sa pozerá na daný počet riadkov, v ktorých hľadá vhodné dátumy.

Úpravy regresných modelov odporúčam robiť každé tri až štyri mesiace. Kaviareň nie je dosť dlho otvorená na to, aby sa dali presne odhaliť trendy v správaní zákazníkov. Keď bude väčšie množstvo zozbieraných údajov z dlhšieho časového obdobia, je možnosť pomocou časovej analýzy odhaliť sezónne zložky a trendy, ktoré ovplyvňujú vývoj a priebeh predajov v podniku. Na základe týchto skutočností by sa vytvorili nové regresné modely, ktoré by sa vložili do zdrojového kódu pre výpočty. Predpokladom je, že po týchto výpočtoch by nebolo nutné prerátavať funkcie tak často, ale raz za pól roka alebo iba raz za rok.

Aplikácia by sa dala rozšíriť aj o ďalšie nápoje, ktoré budú mať dosť vysoké predaje na to aby ovplyvňovali zásadne predpovede. Možnosťou je aj pridanie iných položiek, ktoré nesúvisia so spotrebou mlieka. Mohli by tak optimalizovať nákupy nie len mlieka ale aj iných vecí potrebných pre chod kaviarne. Na takéto rozšírenie by bol však potrebný väčší zásah do zdrojového kódu a aj do úvodnej strany programu, kam sa vypisujú výsledky predikcií.

ZÁVER

Bakalárska práca bola zameraná predovšetkým na vývoj softwareovej aplikácie. Výpočty uskutočňované touto aplikáciou sú založené na výsledkoch zistení matematických a štatistických analýz realizovaných na poskytnutých dátach. Táto aplikácia má dopomôcť spoločnosti Rebelbean s nákupmi zásob mlieka na určitú dobu.

Prvá časť bakalárskej práce bola zameraná na vysvetlenie teoretického pozadia problematik. Popísala som princípy troch štatistických metód. Vysvetlila som fungovanie časovej analýzy a jej využitie. K opisu korelácie som pridala aj rovnice, ktoré sú nevyhnutné na jej odhalenie a presné určenie hodnôt. Poslednou popísanou štatistickou metódou je regresná analýza. U nej som opisovala rôzne rozdelenia a druhy, ktoré sa využívajú. Doplnila som opäť aj všeobecné rovnice a rovnice pre výpočet presnosti a kvality modelov.

Popisovala som aj základy a využitia programov, v ktorých som robila na bakalárskej práci. Opísala som ich fungovanie a využitie a na akých princípoch pracujú.

Nasledujúcou časťou bola analýza súčasného stavu. Na prvých stranách tohto oddielu som sa venovala spoločnosti Rebelbean. Opísala som aj ich kaviareň, keďže je to miesto, kde sa uskutočnili všetky predaje, ktoré analyzujem. Následne som priblížila získavanie dát a ich následnú úpravu. Údaje o počasi som čerpala zo stránok českého hydrometeorologického ústavu a dáta o predajoch som získala priamo z kaviarne Vlněna od člena tímu vedenia.

Nasledovalo porovnanie jednotlivých dní týždňa medzi sebou. Porovnávala som predaje v tieto dni za cieľom odhaliť najslabšie a najsilnejšie dni. Na túto a aj na mnohé iné analýzy som využila Microsoft Excel. Mala som v ňom zapísané všetky dáta, upravovala som ich a taktiež som ich spracovávala pomocou jeho vstavaných funkcií a grafov.

Ďalším krokom bolo odhalenie miery korelácie za pomoci programu Statistica. Tú som určovala medzi zmenami počtu predaných nápojov a medzi úhrnom zrážok, priemernou teplotou a ich zmenami. Zistila som, že miera korelácie je príliš nízka na to, aby pozorovateľne ovplyvňovala vývoj. Z tohto dôvodu som ju nezahrnula v neskorších výpočtoch.

Posledným analytickým krokom bolo určenie regresných modelov pre nápoje. V programe Microsoft Excel som k tomu využila vlastnosť grafov, ktorá umožňuje preloženie trendovou spojnicou. Na základe spojnice som si vybrala funkciu a z dôvodu, že program pri zápise funkcie koeficienty zaokrúhľoval, musela som predpisy určovať pomocou funkcie LINEST. Ku každému modelu som dopočítala koeficient determinácie pre určenie presnosti.

Poslednou časťou bakalárskej práce bolo navrhnutie vlastného riešenia. Aplikáciu, ktorá by zúžitkovala všetky doterajšie analýzy, som vytvorila pomocou Microsoft Excelu a programovacieho jazyka Visual Basic for Applications. Vytvorila som zošit, v ktorom sa nachádzali dva listy a je v ňom uložený aj zdrojový kód pre fungovanie. Na základe vloženého dátumu a počtu dní, je schopná predikovať koľko nápojov sa predá za nasledujúce dni a koľko mlieka bude potrebné zakúpiť. Na konci oddielu sú popísané návrhy na udržanie aplikácie v aktuálnom stave.

Aplikácia je pripravená na používanie kaviarňou Vlněna. Na základe jej výstupov je možné odhadnúť koľko mlieka je potrebné nakúpiť. Tým pádom sa dajú kupovať aj iné druhy, na kratšie časové úseky a tak sa dajú skvalitňovať služby zákazníkom.

ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

1. RAMACHANDRAN, M. Kandethody a P. Chris TSOKOS. Mathematical Statistics with Applications in R. Londýn: Academic Press, 2015. ISBN 978-0-12-417113-8.
2. KROPÁČ, Jiří. Statistika B: jednorozměrné a dvourozměrné datové soubory, regresní analýza, časové řady. Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, 2012. ISBN 80-214-3295-0.
3. GORR, L. Wilpen. Introduction to time series monitoring [online]. International Journal of Forecasting, 2009, Vol.25(3), [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com.ezproxy.lib.vutbr.cz/science/article/pii/S0169207009000715>
4. HINDLS, Richard. Statistika pro ekonomy. 8. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-43-6.
5. GKIOULEKAS, Ioannis a Lazaros G. PAPAGEORGIOU. Piecewise regression analysis through information criteria using mathematical programming [online]. 2019, 1.5.2019 [cit. 2019-04-26]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417418307759>
6. KROPÁČ, Jiří. Statistika: náhodné jevy, náhodné veličiny, základy matematické statistiky, indexní analýza, regresní analýza, časové řady. 2. přeprac. vyd. Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, 2012. ISBN 978-80-7204-788-8.
7. SU, Xiaogang, YAN Xin a TSAI Chih-Ling. Linear regression [online]. 2012, 10.2.2012 [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/wics.1198>
8. YAN, Wang a HONGLIANG Hu. Hydropower Computation Using Visual Basic for Application Programming [online]. 2012, 24.10.2012 [2019-04-26]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875389212000508>
9. ALEXANDER, Michael a KUSLEIKA Dick. Excel® 2016 Power Programming with VBA. Indianapolis, Indiana: Wiley Publishing, Inc. ; 2017. ISBN 9781119067726.

10. Jelen, B. (2015). WHAT'S NEW IN EXCEL 2016 [online]. *Strategic Finance*, 97(4), [cit. 2020-05-14]. Dostupné z: <https://search.proquest.com/docview/1729020463?OpenUrlRefId=info:xri/sid:primo&accountid=17115>

ZOZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKOV

Obrázok 1: Časová rada	14
Obrázok 2: Príklady korelácie	16
Obrázok 3: Preloženie lineárnou funkciou	19
Obrázok 4: Preloženie nelineárnou funkciou.....	20
Obrázok 5: Statistica 12 rozhranie.....	22
Obrázok 6: Logo spoločnosti	25
Obrázok 7: Kaviareň Vlněna	26
Obrázok 8: Rozloženie týždňov.....	29
Obrázok 9: Úvodná strana programu.....	45
Obrázok 10: Hlavný formulár nevyplnený	46
Obrázok 11: Formulár na výber dátumu.....	47
Obrázok 12: Zdrojový kód inicializácie výberového poľa	47
Obrázok 13: Formulár na výber dátumu.....	48
Obrázok 14: Zdrojový kód pre vloženie dátumov do textového poľa.....	49
Obrázok 15: Zdrojový kód pre vloženie dátumu	50
Obrázok 16: Hlavný formulár vyplnený	50
Obrázok 17: Chybové hlásenie 1	51
Obrázok 18: Chybové hlásenie 2	51
Obrázok 19: Zdrojový kód pre kontrolu vstupu pri výpočte	51
Obrázok 20: Zdrojový kód pre výpočet.....	52
Obrázok 21: Zdrojový kód pre zápis výsledkov výpočtu	53
Obrázok 22: Vyplnená úvodná strana programu	53
Obrázok 23: Zdrojový kód pre vyčistenie	54
Obrázok 24: Číselník	56

ZOZNAM POUŽITÝCH TABULIEK

Tabuľka 1: Objemy mlieka v nápojoch	27
Tabuľka 1: Hodnoty korelačných koeficientov	35

ZOZNAM POUŽITÝCH GRAFOV

Graf 1: Predaje vo všetky dni týždňa.....	30
Graf 2: Predaje v pondelok	31
Graf 3: Predaje v utorok.....	31
Graf 4: Predaje v stredu	32
Graf 5: Predaje vo štvrtok.....	32
Graf 6: Predaje v piatok	33
Graf 7: Predaje v sobotu	33
Graf 8: Predaje v nedeľu.....	34
Graf 9: Predaje vo všetky dni týždňa od týždňa 39	34
Graf 10: Bodový graf korelácie	36
Graf 11: Regresná funkcia pre cappuccino.....	38
Graf 12: Regresná funkcia pre latté	39
Graf 13: Regresná funkcia pre flat white.....	40
Graf 14: Regresná funkcia pre macchiato.....	41
Graf 15: Regresná funkcia pre horúcu čokoládu	42
Graf 16: Regresná funkcia pre babyccino.....	43
Graf 17: Regresná funkcia pre kakao	44